



Universidad de Alcalá

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fisioterapia

Estrés y variaciones en la fuerza muscular isométrica en el adulto sano. Estudio piloto.

Andy Javier Lucas Quiroz

Alcalá de Henares, Madrid.

2014-2015

Tutora: Dra. Josefa Carrascosa Sánchez. Profesora Titular de Anatomía y Embriología Humana. Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales. Universidad de Alcalá.

AGRADECIMIENTOS

Después de un largo y tedioso pero a la vez desafiante periodo para culminar este trabajo, uno se da cuenta de que las palabras más importantes y sinceras que va a escribir pertenecen a este apartado.

Este trabajo no se habría convertido en realidad sin la ayuda de mi madre y de mi padre. Mil gracias por vuestro esfuerzo, dedicación, ayuda y comprensión durante todos estos años, y por ser esa gran parte de mi fortaleza, habiéndome inculcado tantos y tantos valores.

A mi hermano Leo y a mi primo Agus por haber sido objeto de tantos experimentos desde que emprendí este camino hace ya 4 años.

A mi tutora Josefa por confiar en mí con este Trabajo Fin de Grado, por su apoyo, su constancia y por ver siempre la luz donde yo solo veía lagunas.

A la Universidad de Alcalá y en especial a la Facultad de Fisioterapia, por haber sido mi refugio durante estos años y por permitirme, con todos los medios, llegar a la cúspide.

A Edu, Desi y Vicky. Os habéis volcado e implicado en mi aprendizaje. Gracias por compartir vuestros conocimientos y aconsejarme en cada momento. Habéis sido piezas fundamentales en este mi puzle.

A mis amigos: Alba, Víctor Julio, Cristina, Mery, Marina, Paloma, Sonia y Laura. Gracias por las grandes victorias y la superación de todos los obstáculos. Por la cantidad de risas imposibles de medir en horas. Por vuestra ayuda incondicional y porque lo que ha unido esta gran carrera nada podrá separarlo.

Por último, mi mención más especial. Gracias por haberme ayudado a encauzar mi camino, a buscar mi libertad más absoluta, a darme alas cuando apenas aprendía a andar. Gracias por enseñarme a crecer como persona, a vivir en coherencia, por enseñarme a ver más allá, por enseñarme esa globalidad. Gracias por lograr sacar siempre lo mejor de mí y en definitiva, por hacerme tan grande. Gracias Yolanda. Eternamente agradecido.

“Porque no hay despedida que valga si el camino es eterno. 56”

RESUMEN

Introducción: En fisioterapia, tratar la pérdida de fuerza secundaria a una lesión o patología se considera un pilar importante dentro de la profesión. Es por ello que actualmente se está profundizando en el estudio de nuevos factores que influyen en la fuerza muscular, entre ellos la exposición a estímulos que producen estrés en el individuo.

En este Trabajo Fin de Grado se pretende comprobar que el estrés agudo influye y/o modifica algunos parámetros de la contracción muscular isométrica, de la misma forma que ocurre en la Kinesiología Aplicada que trabaja con estímulos estresantes y con el test muscular como herramienta.

Objetivo: Comprobar las variaciones de la fuerza y el tiempo de mantenimiento en una contracción muscular isométrica en el adulto sano, ante la exposición inmediata de las Imágenes Afectivas del Sistema Internacional.

Sujetos, material y métodos: Estudio analítico, experimental y prospectivo. Estudio piloto con una muestra compuesta por 52 sujetos sanos y con un nivel de estrés dentro de la normalidad, organizada en dos grupos: Grupo I (n=24 hombres) y Grupo II (n=28 mujeres) con una edad comprendida entre los 18 y 25 años. Se les realiza tres pruebas de fuerza isométrica mientras visualizan una imagen en cada prueba (en una de ellas la imagen era estresante) y se mide el pico de fuerza (F1, F2, F3) y el tiempo de mantenimiento de la isometría (T1, T2, T3).

Resultados: Se hallaron cambios correspondientes a un aumento de fuerza y a una disminución del tiempo de mantenimiento en ambos grupos, en la segunda prueba de la experimentación (con imagen estresante). Los valores de significación obtenidos muestran que no existen diferencias entre las pruebas 1 y 3, tanto para la fuerza como para el tiempo de mantenimiento, mientras que en la comparación de una prueba con estímulo neutro y una prueba con estímulo estresante sí que las hay.

Conclusión: Los estímulos estresantes agudos alteran los parámetros de fuerza y tiempo de mantenimiento de una contracción muscular isométrica, en sujetos con un nivel de estrés situado en la normalidad.

PALABRAS CLAVE: Contracción isométrica; Estrés agudo; Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS); Kinesiología Aplicada; Fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: Within Physiotherapy, treating the loss of secondary strength in an injury or pathology is considered as an important pillar in the profession.

This is the reason why the study of new factors that could affect the muscular strength, like the exposure to stimulus that cause stress in the individual, is starting to be analyzed in depth.

The aim of this paper is to verify that an acute stress makes influences and/or can modify some parameters of the isometric muscle contraction, as well as it happens in Applied Kinesiology which works with stressful stimulus and with the muscular testing as tool.

Objective: Verify the variation in strength and calculate for how long a healthy adult can maintain an isometric muscle contraction, facing the immediate exposure at the International Affective Pictures System.

Individuals, Materials and Methods: Analytic, experimental and prospective study. This Pilot Study with a sample that is made up by 52 healthy subjects and with normal stress level, is organized in two groups: Group I (n=24 men) and Group II (n=28 women) whose age is between 18 and 25 years old. They are subjected to three events of isometric strength while seeing one picture in each event (in one of the event the picture was stressful) and we calculate the strength peak (F1, F2, F3) and for how long they maintain the isometric muscle contraction (T1, T2, T3).

Results: Changes in the increase of strength were found and a decrease in the maintain time in some groups, in the second test of the experimentation (with the stressful picture). The significance values obtained shows that there are not differences between the event 1 and 3, so much for the muscle strength as for the maintenance time, whereas in the comparison with neutral stimulus test and with a stressful stimulus test there are.

Conclusion: The acute stressful stimuli can modify the strength parameters and the maintaining time of an isometric muscular strength, in individuals with a stress level around normal values.

KEY WORDS: Isometric contraction; Acute stress disorders; International Affective Picture System (IAPS); Applied Kinesiology; Physical Therapy Specialty.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Justificación del trabajo	4
1.2. Estrés	5
1.2.1. Orígenes del concepto de estrés	5
1.2.2. Clasificación del estrés	11
1.2.3. Epidemiología del estrés	12
1.2.4. Efectos del estrés en el ser humano	13
1.3. Las imágenes IAPS	15
1.3.1. Diferencias sexuales en la estandarización española	18
1.3.2. Estudios que utilizan las imágenes IAPS	19
1.4. Fuerza muscular	22
1.4.1. Músculo esquelético	22
1.4.2. Tipos de contracción muscular	30
1.4.3. Factores que influyen en la fuerza muscular	31
1.4.4. Mediciones de la fuerza muscular y dinamometría	32
1.4.5. La fuerza muscular y la fisioterapia	33
1.5. Efectos propios del estrés en el sistema muscular y en el control postural ..	35
1.6. Técnicas de relajación en fisioterapia	41
1.7. Revisión bibliográfica y Kinesiología Aplicada.	43
2. OBJETIVOS	50
2.1. Objetivo general	50
2.2. Objetivos específicos	50
3. SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS	54
3.1. Población del estudio y tamaño de la muestra	54
3.1.1. Criterios de inclusión	54

3.1.2. Criterios de exclusión	55
3.2. Instrumentación utilizada	55
3.3. Procedimiento general	57
3.3.1. Sesión experimental	57
3.4. Variables a evaluar	61
3.4.1. Medidas antropométricas	61
3.4.2. Nivel de Depresión, Ansiedad y Estrés	61
3.4.3. Fuerza muscular isométrica máxima y tiempo de mantenimiento de la isometría.	63
4. RESULTADOS	66
4.1. Estadística descriptiva de las variables antropométricas	66
4.2. Nivel de estrés	67
4.3. Estadística descriptiva de la variable Fuerza	68
4.4. Estadística descriptiva de la variable Tiempo	69
4.5. Comparaciones estadísticas de las variables	70
5. DISCUSIÓN	76
6. CONCLUSIÓN	84
7. BIBLIOGRAFÍA	88
8. ANEXOS	104
Anexo I: Hoja de información para el paciente y Consentimiento informado	104
Consentimiento Informado	107
Revocación Del Consentimiento Informado	108
Anexo II: Hoja de recogida de datos	109
Anexo III: Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés en su versión española de 21 ítems (DASS-21)	111
Anexo IV: Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI)	118
Anexo V: Técnica de relajación muscular progresiva de Jacobson	107

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

TFG: Trabajo Fin de Grado

SAG: Síndrome de adaptación general

OMS: Organización Mundial de la Salud

ACTH: Hormona adenocorticotropa

TEP: Trastorno por estrés postraumático

IAPS: Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (*International Affective Pictures System*)

ANEW: Normas afectivas de palabras inglesas (*Affective Norms for English Words*)

IADS: Sonidos Digitales Afectivos Internacionales (*International Affective Digital Sounds*)

ANET: Normas afectivas para el texto inglés (*Affective Norms for English Text*)

SAM: Maniquí de autoevaluación (*Self-Assessment Manikin*)

PGM: Punto gatillo miosfascial

EMG: Electromiografía.

KA: Kinesiología Aplicada.

DASS-21: Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés en su versión española de 21 ítems.

STAI: Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo.

F1: Variable Fuerza para la primera prueba de la sesión de experimentación.

F2: Variable Fuerza para la segunda prueba de la sesión de experimentación.

F3: Variable Fuerza para la tercera prueba de la sesión de experimentación.

T1: Variable Tiempo de mantenimiento para la primera prueba de la sesión de experimentación.

T2: Variable Tiempo de mantenimiento para la segunda prueba de la sesión de experimentación.

T3: Variable Tiempo de mantenimiento para la tercera prueba de la sesión de experimentación.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cascada de efectos fisiológicos del estrés en el organismo.....	7
Figura 2. Analogía el balancín.....	11
Figura 3. SAM (Maniquí de Autoevaluación).....	18
Figura 4. Ejemplo de evaluación de las dimensiones afectivas.....	19
Figura 5. Distribución de las IAPS de la población española masculina.....	20
Figura 6. Distribución de las IAPS de la población española femenina.....	20
Figura 7. Anatomía macroscópica del músculo.....	24
Figura 8. Anatomía estructural de una fibra muscular.....	25 - 27
Figura 9. Unidades motoras.....	30
Figura 10. Reclutamiento de fibras. Elaboración propia.....	31
Figura 11. Tipos de contracción muscular. Elaboración propia.....	32
Figura 12. Reflejo del huso muscular.....	37
Figura 13. Participación de la amígdala en la respuesta al estrés.....	38
Figura 14. Dinamómetro digital portátil microFET2.....	55
Figura 15. Presentaciones PowerPoint.....	56
Figura 16. Porciones funcionales del músculo deltoides.....	58
Figura 17. Medición de la prueba de fuerza.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Graduación de la Fuerza Muscular.....	35
Tabla 2. Pruebas musculares manuales.....	48
Tabla 3. Valores de referencia de la escala DASH-21.....	62
Tabla 4. Valores de referencia de la escala STAI.....	62

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las variables antropométricas.....	66
Tabla 6 y 7. Estadísticos descriptivos de la variable estrés.....	67
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la variable Fuerza.....	68
Tabla 9 y 10. Estadísticos descriptivos de la variable Tiempo.....	69
Tabla 11. Valores de p para los Grupos I y II.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de la variable Fuerza en ambos grupos.....	71
Gráfica 2. Comparación de la variable Tiempo en ambos grupos.....	71
Gráfica 3. Comparación de la variable T2 en ambos grupos.....	72

1.INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del trabajo

La realización de este Trabajo Fin de Grado (TFG) se encuadra dentro de un proyecto de investigación en el que se estudia la relación entre los estímulos estresantes y el tiempo de mantenimiento de una fuerza muscular en un grupo de sujetos sanos, y se parte de la hipótesis de que ante la exposición inmediata de un estímulo estresante agudo, el sujeto no puede oponer una resistencia, a una fuerza externa, durante un mismo tiempo de mantenimiento en comparación con la que opone si no hay estímulo estresante previo.

Muchos de los problemas a los que se enfrentan los fisioterapeutas en el ámbito clínico es la pérdida de fuerza, secundaria a una lesión o patología. Es por ello que tratar tal alteración es uno de los objetivos principales.

Por otro lado, se conoce que la Kinesiología Aplicada trabaja con estímulos estresantes (físicos, químicos, emocionales, electromagnéticos) y que utilizan el test muscular como herramienta para evaluar el estado de salud de un sujeto.

Por lo tanto, si se confirma la hipótesis planteada y los estímulos estresantes agudos intervienen y modifican el tiempo de mantenimiento de una fuerza muscular, los fisioterapeutas podrían plantearse ciertos aspectos, como realizar las sesiones en un ambiente físico no estresante o incluir técnicas de relajación previas para evitar posibles incidencias en sus valoraciones y tratamientos.

En los últimos años, el término *estrés* se ha generalizado y se ha convertido en una palabra de uso cotidiano. Tanto es así que a diario la población se ve inmersa en multitud de mensajes que abordan la forma de eliminarlo, de controlarlo, de vivir con él o sencillamente de prevenirlo (1).

Uno de los principales motivos que explica que la población se vea inmersa en este tema, es la importancia que tiene en nuestra salud, y no solo en la salud fisiológica, sino también en la salud psicológica y social (1). Y por todo esto el interés

del estrés es tan grande, que no solo ha despertado a la comunidad científica sino también al público en general.

En el estudio piloto realizado se desarrolla la metodología, precisando los procedimientos, el protocolo y análisis de las distintas variables, sentando las bases sólidas para el estudio definitivo.

1.2. Estrés

1.2.1. Orígenes del concepto de estrés (1) (2)

Aunque el término *estrés* no había sido inventado aún, podríamos decir que el concepto puede remontarse a **la Grecia Antigua**. Hace más de 2000 años, Platón y Aristóteles ya se planteaban conflictos internos entre las emociones, los pensamientos y los deseos, y lo plasmaron en sus diversos escritos.

No obstante, el término *estrés* se utilizó, por primera vez en sentido técnico, en el siglo XVII y en el campo de la física, la ingeniería y la arquitectura por **Robert Hooke**. Este prestigioso físico-biólogo introdujo tres conceptos básicos: la *carga*, refiriéndose a fuerzas externas; el *estrés*, como el área de determinada estructura sobre la que se aplica la carga; y la *tensión*, como la distorsión de la estructura provocada por el enlace entre carga y estrés. Estos conceptos contribuyeron significativamente a los modelos de estrés que surgieron en el siglo XX y que se tienen actualmente, puesto que si se razona, el concepto de carga dado por Hooke es equivalente a cualquier *estímulo externo estresante*, y el concepto de tensión es equivalente a la *respuesta del estrés*, términos que más adelante ahondaremos en profundidad.

Claude Bernard fue el científico que más contribuyó a la fisiología del estrés a través de sus estudios sobre el almacenamiento de glucosa en el hígado, una tarea esencial para todas las funciones biológicas y psicológicas. Si es cierto que Bernard no investigó directamente al estrés y a la emoción, pero sus investigaciones allanaron el camino y fueron temas centrales de para investigaciones posteriores

como la de **Walter Cannon**. Este fisiólogo estadounidense utilizó por primera vez la palabra estrés al descubrir de forma accidental que la adrenalina podría secretarse si el sujeto estaba influenciado por factores emocionales. Posteriormente describió la reacción de lucha o de huida, en la que todo organismo libera catecolaminas si percibe una situación emocional peligrosa y describió también el término homeostasis, que es el conjunto combinado de reacciones fisiológicas que tiene el objetivo de mantener un equilibrio entre el organismo y el medio externo, que es esencial para la supervivencia.

Estas premisas las tomó el fisiólogo canadiense **Hans Seyle**, y siguiendo con el trabajo de Bernard y Cannon, formuló la teoría moderna más importante del estrés fisiológico, donde se explica que el organismo, frente a cualquier tipo de agresión, responde siempre de la misma manera, a través de una serie de defensas corporales denominada Síndrome de adaptación general (SAG); y también definió el estrés como *“la respuesta inespecífica del organismo a toda exigencia hecha sobre él, es decir, la respuesta neurohumoral inespecífica frente a agresiones externas que ponen en peligro el medio interno fisiológico”*.

Como se observa, la definición del término estrés ha sido muy discutida y los investigadores no han conseguido crear aún una definición que satisfaga a todos. Para la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** el estrés se define como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción (3). Sin embargo, la mejor forma de abordar y definir al estrés es estudiándolo mediante tres planteamientos distintos: estrés como respuesta; estrés como condición estimular y estrés como proceso «mediado cognitivamente» por el sujeto (1) (4) (5) (6).

Estrés como respuesta (1) (4) (5) (6).

Si se habla de cómo el organismo responde a las determinadas exigencias que se planteen mediante situaciones genéricas de protección y adaptación al medio, se alude al Síndrome de adaptación general (SAG) formulado por Seyle. El estrés como respuesta es la manera por la cual el organismo se prepara para la lucha o la huida. Esta respuesta se da de forma refleja, estándar y automática.

Otros autores, como Blanco y McGrath (7) (8) no terminan de asentar esta visión, puesto que defienden que aquellas situaciones que provocan una respuesta inespecífica de reequilibrio, como por ejemplo la taquicardia, pueden venir de situaciones que no están ligadas al estrés, y sin embargo provocan la misma respuesta de homeostasis, como por ejemplo el hacer ejercicio o la actividad sexual.

En cuanto aparece el agente estresor, se inicia un *aviso estresante* que va desde la zona donde se ha recibido ese estímulo (piel, órganos sensoriales, etc.) hasta el cerebro. Allí se activa el eje hipotálamo-hipofisiario y por consiguiente la secreción última de la hormona adenocorticotropa (ACTH), que actúa a nivel de la corteza suprarrenal liberando corticoides; y la secreción de catecolaminas en la médula suprarrenal a través del sistema nervioso autónomo.

2. Fase de resistencia

Si el estrés persiste entra en juego la fase de resistencia, por la cual el organismo se moviliza para defenderse y afrontar al agente estresor. En esta fase participa el sistema parasimpático, que es el encargado de que los signos fisiológicos de la etapa anterior vayan desapareciendo y de que el organismo poco a poco vuelva a la normalidad. En esta fase se activan las reservas del organismo y el problema reside en que si la fase de resistencia se prolonga, se agotarían estas reservas y se produciría un daño, por lo que pasaríamos a la etapa siguiente.

3. Fase de agotamiento

Si los esfuerzos en la etapa anterior no son suficientes, las reservas del organismo disminuyen, lo que le hacen más propensos a las infecciones y más vulnerable a las disfunciones orgánicas y diversos trastornos. Aparecen síntomas parecidos a los de la fase de alarma.

No obstante, si el agente estresante debilita mucho al organismo y este ya no puede defenderse, se podría producir lo que algunos autores denominan cuarta fase o muerte.

Estrés como condición estimular (1) (4) (5) (6).

Este planteamiento de estrés como condición estimular hace énfasis en la identificación de los aspectos del entorno que tienen un efecto desfavorable sobre el organismo. Es decir, estudia los **estresores**. Seyle definía estresores como *“cualquier evento que cause impacto o impresión en el organismo humano”*.

La identificación de los estresores podríamos clasificarlos en (1) (4) (5) (6):

1. Factores fisiológicos.

Donde se agruparían las causas genéticas, las enfermedades y lesiones previas, el hambre, el cansancio, la ingestión de drogas o tóxicos y todas aquellas causas individuales de cada persona.

2. Factores ambientales físicos.

Donde se agruparían aquellos estresores que amenazan la homeostasis interna del organismo (frío, calor, cambios climáticos, polución, ruido...).

3. Factores psicosociales y psicológicos.

Se refiere a las situaciones que se dan en la vida del sujeto y que comprometen a su homeostasis, como las situaciones económicas, políticas, cambios sociales y tecnológicos, problemas con la justicia, así como todas aquellas situaciones referidas con la predisposición de la persona, su vulnerabilidad emocional y cognitiva, las relaciones interpersonales, etc.

Cabe hacer un pequeño inciso, puesto que se hablará de forma extensa más adelante, sobre los estresores visuales como podrían ser las imágenes del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS). Estos estresores entrarían dentro del grupo de factores psicosociales y psicológicos puesto que *“las imágenes tienen el*

poder de igualar las propiedades estimulares de los objetos reales o de determinados acontecimientos, dando lugar a la activación de las representaciones cognitivas asociadas a respuestas emocionales fuertes. Así, en la visualización de imágenes, todos los sujetos tienen una tarea de análisis común, de modo que el procesamiento afectivo de esos estímulos desencadena y determina diversas acciones de manera similar al patrón que tiene lugar ante los estímulos verdaderos” (Lang, Greenwald, Bradley y Hamm) (11).

Estrés como proceso «mediado cognitivamente» por el sujeto (1) (4) (5) (6).

Este enfoque pretende ser un planteamiento integrado de los dos anteriores, enfatizando en la interpretación que hace el individuo de la situación estresante y de cómo es capaz de enfrentarse a él.

Considera que hechos tan evidentes como puede ser la muerte de un hijo, no supone la misma carga emocional, impacto y efectos adversos en personas distintas, e incluso sobre la misma persona, en momentos o situaciones vitales diferentes.

Richard S. Lazarus y Susan Folkman, los paladines de este planteamiento del estrés, afirman que es en la relación entre la situación estresante o estímulo y la respuesta que ese estresante provoca en el individuo, donde hay que buscar las causas del estrés. Para ello emplean la evaluación cognitiva, proceso por el cual el sujeto interpreta una determinada situación, y si la traduce como peligrosa o considera que sus recursos son escasos, se desarrollará la reacción de estrés y se pondrá en marcha los recursos de afrontamiento para intentar eliminar los efectos no deseados.

Ambos definen el estrés como *“la interrelación entre la persona y su contexto, que es evaluado como amenazante o desbordante de sus recursos y que pone en peligro su bienestar”*. Es decir, en el equilibrio existente entre las demandas externas y los recursos psicológicos del individuo para manejar determinada situación (véase la analogía del balancín).

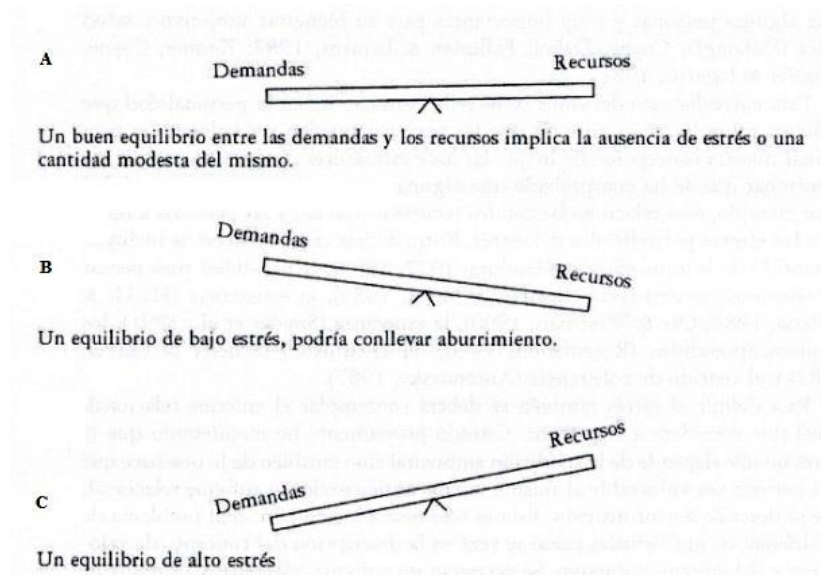


Figura 2. *Analogía del balancín.* Tomada de Lazarus (1).

1.2.2. Clasificación del estrés

Al pensar en una clasificación del estrés, hay dos puntos de vista a tener en cuenta: la perspectiva psicológica y la clasificación clínica del estrés.

Clasificación del estrés desde una perspectiva psicológica (1) (6) (12)

Según Hans Seyle el estrés podía dividirse en términos de agrado o desagrado, y por lo tanto distinguir el **distrés** (visto como dolor, angustia, desagrado...) del **eustrés** (visto como euforia, eufonía...). El primero es de carácter destructivo para el individuo, mientras que el segundo es de tipo cognitivo, compatible con la protección de la salud. Esta clasificación de Seyle no ha sido muy defendida ni rebatida por la comunidad científica, por lo que no es de dilatado interés.

Lazarus, en 1966 y no conforme con la clasificación de Seyle, diferenció tres tipos de estrés desde una perspectiva psicológica:

- **Daño/pérdida:** se asocia con el deterioro o pérdida que ya se ha producido.
- **Amenaza:** se vincula con el daño o pérdida que no se ha producido aún pero que es muy probable o posible en un futuro cercano.
- **Desafío:** valoración de la experiencia estresante como potencialmente superable si se movilizan los recursos necesarios para ello.

Clasificación clínica del estrés (13)

- **Trastorno por estrés agudo:** su cuadro sintomático debe aparecer y resolverse en las *4 semanas posteriores al evento traumático*.
- **Trastorno por estrés postraumático:** se origina tras haber padecido u observado un acontecimiento altamente traumático (atentados, violaciones, secuestros, accidentes...) y cuyos síntomas persisten *más de 1 mes*. Además, hay que especificar si es:
 - Agudo: si los síntomas duran menos de 3 meses
 - Crónico: si los síntomas duran 3 meses o más
 - De inicio demorado: si entre el acontecimiento traumático y el inicio de los síntomas han pasado como mínimo 6 meses.
- **Trastorno por estrés crónico:** es el más peligroso de los tres y el más difícil de diagnosticar. Es un trastorno degenerativo en las personas que lo sufren, puesto que agota al paciente paulatinamente.

1.2.3. Epidemiología del estrés

Según la American Psychiatric Association, la prevalencia del trastorno de estrés agudo en la población general se desconoce. No obstante, en los pocos estudios que se han llevado a cabo, los porcentajes oscilan entre el 14 y el 33%. Para el trastorno de estrés postraumático (TEP), los estudios basados en la población general revelan una tasa de prevalencia el 8% en la población adulta de Estados Unidos (13).

En España, la mayoría de los trabajos realizados hacen hincapié en el trastorno de estrés postraumático y no en el trastorno por estrés agudo, por lo que sus porcentajes se desconocen. No obstante, la prevalencia vida del TEP en la población general española es de 1,95%, siendo del 2,79% en la mujer frente al 1,06% en el caso del varón (14) (15).

1.2.4. Efectos del estrés en el ser humano

Como ya se ha mencionado anteriormente, el ser humano y los organismos, desde su origen hasta hoy, se han caracterizado por un mecanismo de supervivencia efectivo. Es decir, por mantener un complejo dinámico de homeostasis, el cual es frecuentemente desafiado por fuerzas externas y/o internas denominados factores estresantes. Cuando el equilibrio del organismo se ve amenazado o tal factor estresante se percibe como amenaza, se produce el estrés, y como consecuencia, una serie de efectos en el ser humano.

En un apartado del epígrafe 1.2.1, “*estrés como repuesta*”, ya se citaron las dos principales vías efectoras que responden al estrés: el sistema nervioso autónomo y el sistema neuroendocrino. Estas dos ramas interactúan estrechamente entre sí y tienen una retroalimentación positiva. En el primero, el encargado es el eje simpático-suprarrenal medular que produce la secreción de catecolaminas, y en el segundo el encargado es el eje hipotálamo-hipofisiario con la secreción de ACTH (6) (9) (10).

Los efectos de estas secreciones dan lugar a las apariciones fisiológicas propias de estas hormonas muy estudiadas en la comunidad científica. No obstante, el problema radica cuando se produce una hiperactividad de las dos principales vías efectoras que responden al estrés (mediado por un estrés agudo importante o un estrés mantenido crónico, o a veces mediado por el estrés junto con otros factores multifactoriales) produciendo un colapso del sistema (16) (17) (18). Esta actividad basal excesiva o inadecuada produce alteraciones a nivel físico-fisiológico, a nivel psíquico y a nivel conductual (9) (16) (19).

Otro importante aspecto son los efectos del estrés en el **sistema inmune**. Según Hans Seyle, cuando el estrés se produce, el sistema inmunológico se debilita, y por tanto la función de proteger al organismo frente a infecciones y tumores no se lleva a cabo. Es decir, la secreción de hormonas bajo los efectos del estrés inhibe la maduración de los linfocitos (que son los que se encargan de producir anticuerpos o destruirlos), dando lugar a un debilitamiento del sistema inmune o inmunosupresión (9) (19)

Este modelo que había sido sostenido durante mucho tiempo ha sido cuestionado por otros autores, que opinan que la relación entre estrés y el sistema inmune debería ser adaptativa. Por ello, el enfoque más reciente nos habla de un equilibrio entre la respuesta de inmunidad humoral y celular (20). Es decir la respuesta del sistema inmune frente al estrés dependerá del grado de estrés (agudo o crónico) y del periodo de tiempo que éste se instaure en el ser humano. Cuando los factores de estrés son agudos y acontecen en un tiempo limitado, por lo general siguen los parámetros temporales de lucha y huida y se activa la inmunidad innata y la supresión de la inmunidad específica. Si el estrés agudo se prolonga algo más en el tiempo, se produce una respuesta adaptativa que conlleva a la activación de la respuesta inmune específica humoral. Cuando los factores de estrés se hacen crónicos, la respuesta adaptativa va encaminada del paso de una respuesta inmune humoral a una respuesta inmune celular y por lo tanto asociado a una inmunodepresión más globalizada.

Otros autores como Moreno Smith M, Lutgendorf SK y Sood AK afirman que la relación entre estrés e inmunodepresión ha sido poco estudiada y representa un área importante de investigación en la que podemos seguir incidiendo (21).

No obstante, este enfoque de equilibrio entre respuestas inmunes junto con la hiperactividad de las dos principales vías efectoras del estrés, explicarían enfermedades tales como la fibromialgia, el síndrome de fatiga crónica, diversos cánceres o el síndrome de colon irritable, entre otras enfermedades (16) (17) (18) (20) (21) (22).

Por último citar que los efectos del estrés en la musculatura no se han mencionado dentro de este epígrafe puesto que se consideran importantes para este estudio y se le va a dedicar un apartado en particular.

1.3. Las imágenes IAPS

Los investigadores han estado tratando de estudiar de forma experimental las emociones durante muchos siglos. En las últimas décadas, el estudio de las emociones ha tenido un crecimiento exponencial, tanto en estudios sobre la neurofisiología del procesamiento emocional, como en estudios que exploran la influencia de las emociones en los procesos cognitivos de atención o de la memoria (23). Sin embargo, existen escasos métodos suficientemente objetivos, válidos y fiables para este propósito. Además, debido a la diversidad de procedimientos utilizados es muy difícil comparar los resultados de diferentes estudios (24).

Por ello, el profesor Peter J. Lang y sus colaboradores desarrollaron el **Sistema Internacional de Imágenes Afectivas** (*International Affective Pictures System - IAPS*) en el Centro para el estudio de la Emoción y la Atención en la Universidad de Florida.

Las imágenes IAPS son un conjunto estandarizado de fotografías en color (la última versión incluye 1182 imágenes) con imágenes que representan una amplia gama de categorías de contenido, como la vida cotidiana, objetos, paisajes naturales, animales, escenas sociales, de violencia, de sexo, de mutilaciones, etc., normativos en las investigaciones experimentales sobre la emoción y la atención, accesible internacionalmente y con capacidad para evocar emociones (25) (26) (27) (28). Lang, Greenwald, Bradley y Hamm afirmaban que “las imágenes tienen el poder de igualar las propiedades estimulares de los objetos reales o de determinados acontecimientos, dando lugar a la activación de las representaciones cognitivas asociadas a respuestas emocionales fuertes. Así, en la visualización de imágenes, todos los sujetos tienen una tarea de análisis común, de modo que el procesamiento afectivo de esos estímulos desencadena y determina diversas acciones de manera similar al patrón que tiene lugar ante los estímulos verdaderos” (11). De hecho, algunos estudios han demostrado que la información afectiva pictórica puede igualar las propiedades emocionales de situaciones reales, dando lugar a la activación de las representaciones cognitivas-perceptuales (29). Esta premisa es, en definitiva, la base que subyace a las distintas técnicas que usan

fotografías u otros estímulos visuales para provocar reacciones emocionales (25) (26).

Este sistema de imágenes afectivas cumple con los requisitos necesarios que se han definido para cualquier método de inducción emocional en el laboratorio (24) (25) (26) (27) (28):

- Posee estímulos objetivos, controlables, calibrados y fiables, permitiendo un mejor control experimental
- es un sistema experimental ético
- es rápido a la hora de llevarlo a cabo
- es un método estandarizado y permite la revalidación de resultados
- posee una alta validez ecológica

Todas estas cualidades han hecho que las imágenes IAPS hayan sido homologadas a diferentes lenguas y culturas por su validez y fiabilidad: Portugal, Bélgica, Brasil, Hungría, Alemania, Bosnia y Herzegovina (23) y España, a través de Moltó et al. en el 1999 y complementando su trabajo en el 2001 Vila et al. (24) (25).

Existen diferentes tipos de estímulos evocadores de emociones (las palabras: ANEW, los sonidos: IADS, textos: ANET, etc) (30) pero las imágenes son sin duda las biológicamente más relevantes en este campo, pues son capaces de procesarse más rápido, se recuerdan mejor, y carecen de confusiones lingüísticas (23).

Otra gran ventaja de las imágenes IAPS es que es un método para el estudio experimental de las emociones en el que se fusiona el modelo dimensional y el discreto, al contrario que en investigaciones pasadas en las que se caracterizaban por la utilización de uno solo. El modelo discreto significa que las imágenes IAPS también se describen en términos de diferentes categorías específicas y fácilmente reconocibles (miedo, alegría, ira...) (25) (26). El modelo dimensional significa que para cada imagen IAPS existen tres dimensiones (23) (24) (25) (26) (27) (28): *la valencia afectiva, la excitación o arousal y la dominación*.

- La valencia afectiva: es el grado de simpatía que un estímulo puede generar y cuyos rangos oscilan desde algo que es *agradable* y hace sentirse feliz hasta algo *desagradable* que puede hacerte sentir infeliz o triste.

- La excitación (*arousal* o *activación*): es la intensidad de respuesta afectiva que un sujeto puede sentir hacia un estímulo. Sus rangos oscilan desde sentirse relajado y tranquilo (*calmado*) a una sensación de activación o *alerta*.
- La dominancia: es una dimensión que añadieron Lang y sus colaboradores años después y que está altamente correlacionada con la dimensión de valencia afectiva. Significa el grado de control que un sujeto siente hacia un estímulo, y cuyos rangos oscilan desde sentirse con la sensación de no poder manejar una situación a tener el control de la misma (*ausencia de control* – *control absoluto*).

Para evaluar las tres dimensiones de cada imagen y poder validar las imágenes IAPS a la población española (25) (26) no sólo se utilizaron las imágenes en color, sino también el maniquí de autoevaluación SAM (*Self-Assessment Manikin*). El SAM se trata de una medida pictográfica no verbal, en formato cuadernillo, que evalúa cada dimensión afectiva: valencia, excitación y dominancia, utilizando cinco secuencias de figuras humanoides insertados en una escala de nueve puntos (Figura 3 y Figura 4).

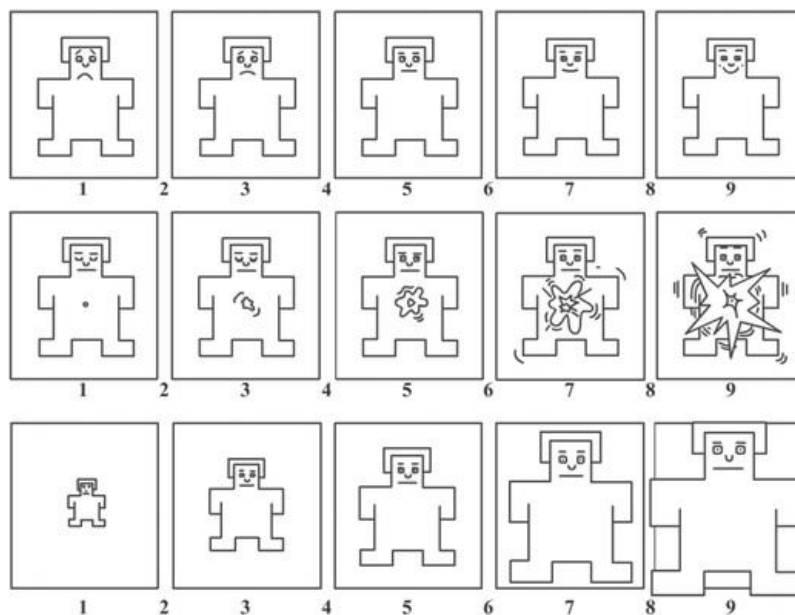


Figura 3. Maniquí de Autoevaluación (SAM) desarrollada por Lang et al. Tomada de Soares et al. (23)

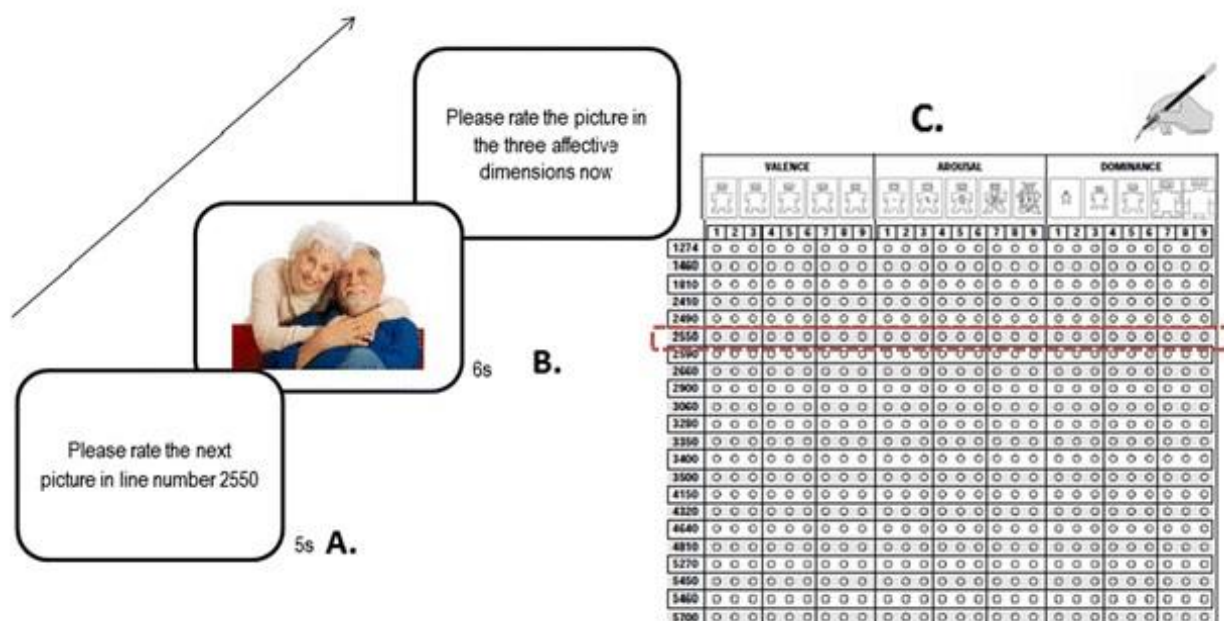


Figura 4. Ejemplo de evaluación de las dimensiones afectivas. Tomada de Soares et al. (23)

1.3.1. Diferencias sexuales en la estandarización española

Aquel estereotipo popular de que las mujeres son más sentimentales y emocionales que los hombres y que viven sus experiencias de forma más intensa se ha corroborado como cierto en el laboratorio.

En las *figuras 5 y 6* podemos apreciar la distribución de las imágenes IAPS tanto para hombres como para mujeres y se sigue observando en ambos casos la característica forma de boomerang. No obstante, si comparamos ambas figuras observamos que los varones utilizan un menor rango en la dimensión de excitación, a la vez que unas altas puntuaciones en la valencia; mientras que las mujeres utilizan un mayor rango de excitación y un menor rango en la dimensión de valencia. Esto se traduce en que los hombres tienden a reaccionar más a las diapositivas del extremo agradable-neutroexcitante (eróticas, por ejemplo) mientras que las mujeres tienden a reaccionar más a las diapositivas del extremo desagradable-alerta (mutilaciones, armas) (25) (26).

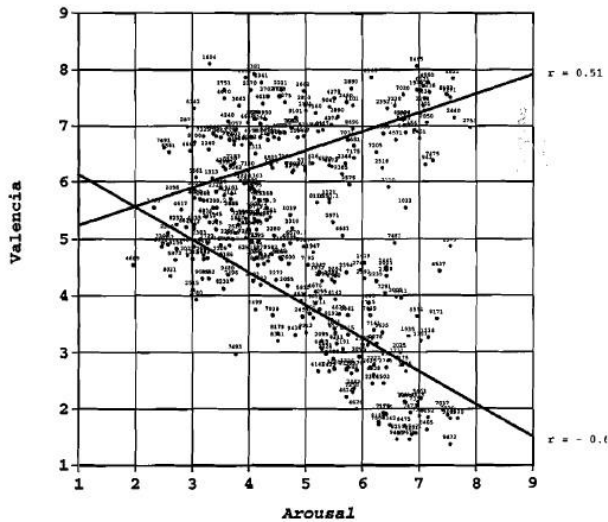


Figura 5. Distribución de las IAPS de la población española masculina. Tomada de Vila J. et al. (25)

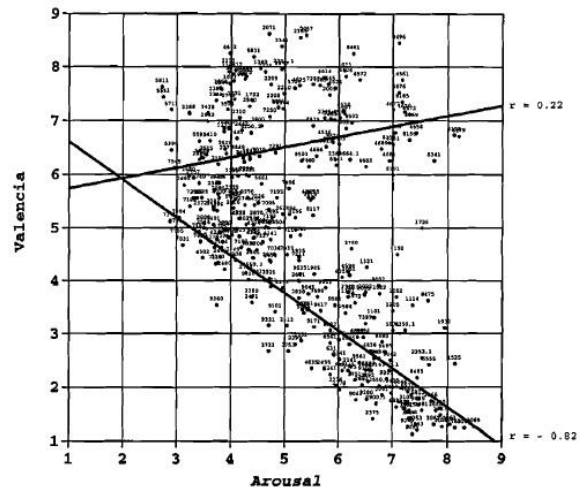


Figura 6. Distribución de las IAPS de la población española femenina. Tomada de Vila J. et al. (25)

1.3.2. Estudios que utilizan las imágenes IAPS

Como ya se ha comentado, actualmente existen multitud de estudios que trabajan en el campo de la emoción y que han utilizado las fotografías del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas para corroborar sus hipótesis.

Por ejemplo, Brown R y Macefield VG han utilizado las imágenes IAPS para comprobar si los **diferentes parámetros fisiológicos** (como la actividad nerviosa de la piel y su respuesta galvánica, la presión arterial, la frecuencia cardiaca, la liberación de sudor...) se alteran por igual en la exposición a un estímulo estresante en hombres y en mujeres (31), llegando a la conclusión de que existen cambios significativos tanto para emociones cargadas negativas como positivamente, aunque eso no quiere decir que no existan diferencias sexuales.

Marina de Tommaso et al. en cambio utilizaron las imágenes IAPS para comprobar si tenían algún **efecto en pacientes con migrañas** (32). Los estudios previos realizados por Arnold et al. (*Affective pain modulation in fibromyalgia, somatoform pain disorder, back pain, and healthy controls*) afirmaban que no habían efectos en estos pacientes, pues la hipótesis de que las imágenes podrían provocar alivio en el dolor de cabeza a través sus efectos físicos en la actividad neuronal era difícilmente aceptable, ya que generalmente se admite que la alteración de la actividad neuronal inducida por estímulos visuales es un factor predisponente para el dolor de cabeza, y no un medio mitigador.

No obstante, las nuevas investigaciones llevadas a cabo por Marina de Tommaso y sus colaboradores constataron que en los pacientes con esta patología a los que se les sometían a la visualización de imágenes afectivas positivas, negativas o neutrales, se les causaba un efecto claro de distracción en cuanto al dolor; es decir, las imágenes producían un efecto inhibitorio y ejercían por tanto un impacto emotivo importante capaz de inducir una tarea cognitiva alternativa y modular el dolor. Aun así, sugiere mayor investigaciones al respecto, sobre todo en lo que refiere a imágenes emotivas cargadas positivamente y la reducción del dolor.

Los trastornos mentales tampoco se han quedado atrás. Se han utilizado las IAPS en el estudio de la esquizofrenia, la depresión, la ansiedad, los rasgos de personalidad psicópata, con el objetivo de adquirir una mayor comprensión sobre estas enfermedades ya que la mayoría de las veces la alteración emocional es el factor principal (24). Geuze E et al. han llevado a cabo un estudio piloto en la población holandesa para comprobar si pacientes con síntomas depresivos mejoran su estado de ánimo vislumbrando las imágenes afectivas del Sistema Internacional con valencia positiva. Los resultados de este estudio muestran una marcada reducción de los síntomas e incluso esta reducción es notable tres meses después del tratamiento (33).

Por lo tanto, convendría corroborar este estudio con una muestra más grande para poder extrapolarlo a la población, ya que podría ser un avance importante en el tratamiento de este tipo de enfermedades.

Hay otros dos ámbitos muy importantes en los que también se han utilizado las imágenes IAPS: en el estudio de la **musculatura** y en el estudio del **dolor**

crónico. En el primero os redirijo al apartado 1.5. *Efectos propios del estrés en el sistema muscular y en el control postural*, y con respecto al segundo, al dolor crónico, caben destacar dos interesantes estudios. En uno de ellos, el que es llevado a cabo por de Wied M y Verbaten MN (34), se estudia cómo los distractores afectivos (en este caso las imágenes IAPS) pueden mejorar la tolerancia al dolor. Hicieron un estudio en el que se corroboró que la tolerancia al dolor era significativamente mayor cuanto mayor valencia afectiva tuviera esa imagen, es decir, cuanto más agradable sea; y que aquellos sujetos que eran expuestos a imágenes desagradables toleraban peor el dolor.

Por otro lado, Mimi M Tse et al. (35) llevaron a cabo un estudio en el que se demostró que en aquellos sujetos de edad anciana con dolores crónicos que eran expuestos a imágenes positivas durante las sesiones de fisioterapia, disminuía la percepción del dolor y además aumentaba su calidad de vida. Si bien estos datos se recogieron durante seis semanas, los resultados no son estadísticamente significativos y esto es, seguramente, por la muestra pequeña que han utilizado. Convendrían más estudios al respecto puesto que, si se revalidan los resultados y con una muestra más grande para que los mismos puedan extrapolarse a la población, nos podríamos haber topado con una intervención no farmacológica y eficaz para el tratamiento de dolores crónicos en las personas ancianas.

1.4. Fuerza muscular

La **fuerza muscular** puede definirse desde dos puntos de vista: mecánico y fisiológico. Según el punto de vista mecánico, la fuerza muscular sería la capacidad que tiene la musculatura para modificar un cuerpo o para cambiar la aceleración del mismo. Por otro lado, desde el punto de vista fisiológico, la fuerza muscular se definiría como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse (fuerza interna), y que puede tener relación o no con una resistencia externa (36) (37). Dicho de otro modo se puede definir como la capacidad de reaccionar frente a una resistencia o como la capacidad de vencer contra la misma mediante una tensión muscular dinámica o estática.

1.4.1. Músculo esquelético

“El músculo esquelético es un tejido capaz de hacer frente un amplio rango de demandas funcionales, desde realizar movimientos de gran precisión para los que se requiere poca fuerza, hasta contracciones máximas, pasando por el mantenimiento de la postura del cuerpo” (37). Gracias a la contracción muscular, el músculo esquelético nos permite llevar a cabo diversas actividades de la vida diaria, actividades deportivas, labores profesionales...

Esta variabilidad del músculo esquelético se debe a la existencia de las diversas fibras musculares que existen.

Anatomía macroscópica (37) (38) (39) (40) (41)

De forma muy resumida, comentar que el músculo está formado por **fascículos** con diversas **fibras musculares**. Cada fibra muscular está cubierta por una vaina de tejido conjuntivo (endomisio), y los fascículos a su vez están envueltos

por un tejido conjuntivo más fuerte (perimisio). No obstante, todo el músculo está encerrado en una vaina de tejido conjuntivo más grueso (epimisio).

Estas diversas envolturas se continúan con estructuras fibrosas para unir el músculo a los huesos u otras estructuras, bien en forma de tendón o en forma de aponeurosis (Figura 7).

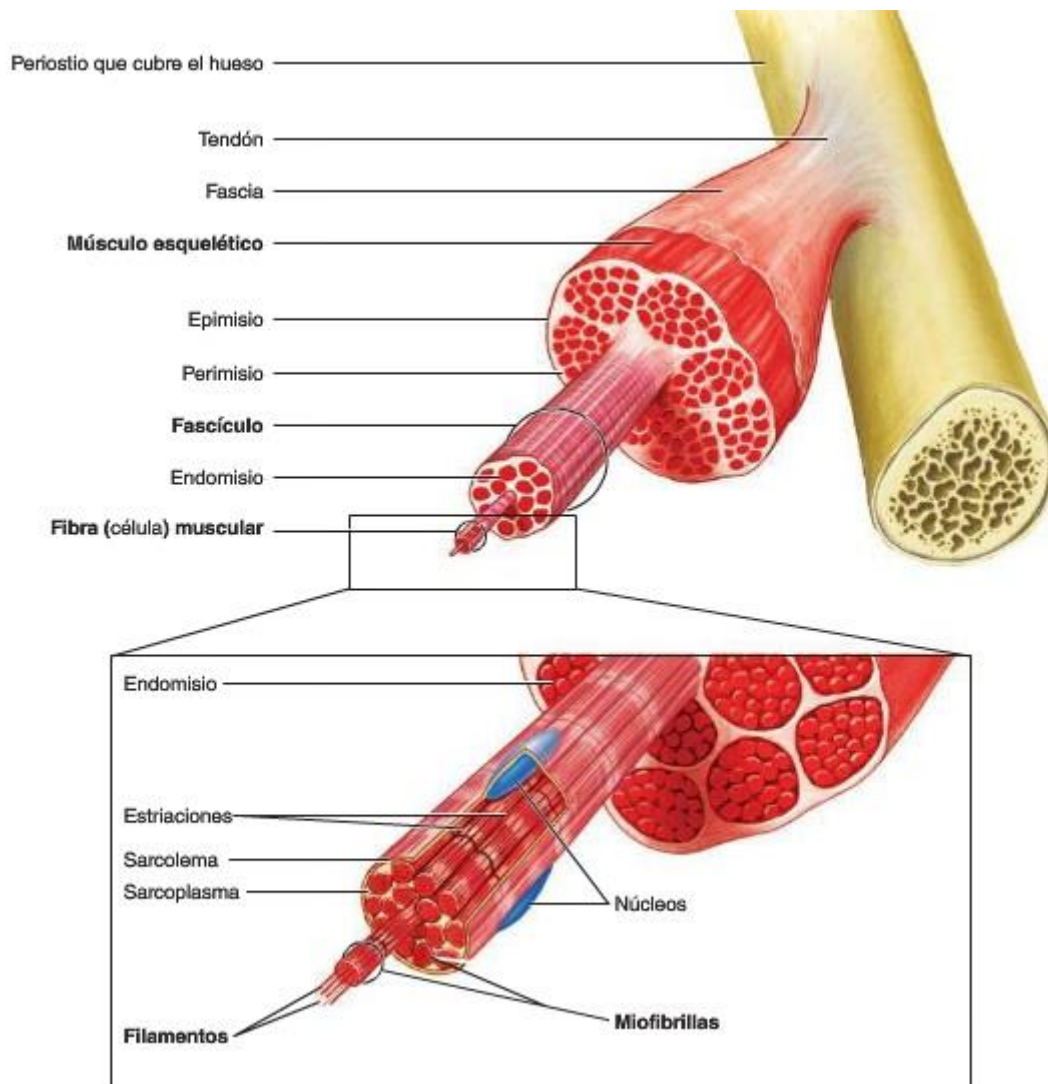


Figura 7. Anatomía macroscópica del músculo. Tomada por Fox (40).

Anatomía microscópica (37) (38) (39) (40) (41)

Las **fibras musculares** son las unidades de organización, es decir, las células, del músculo esquelético. Se caracterizan por ser largas, cilíndricas y con numerosos núcleos en la periferia. Se disponen en paralelo y son altamente especializadas. Están formadas por una membrana celular denominada *sarcolema*, y un citoplasma, que recibe el nombre de *sarcoplasma*.

El sarcolema presenta unos finos repliegues denominados *túbulos T*, que acceden hacia el interior de la fibra muscular. Los túbulos T contienen un líquido extracelular y se vinculan al retículo endoplasmático formando lo que se conoce como la *triada*, que es muy importante para la contracción muscular (Figura 8a).

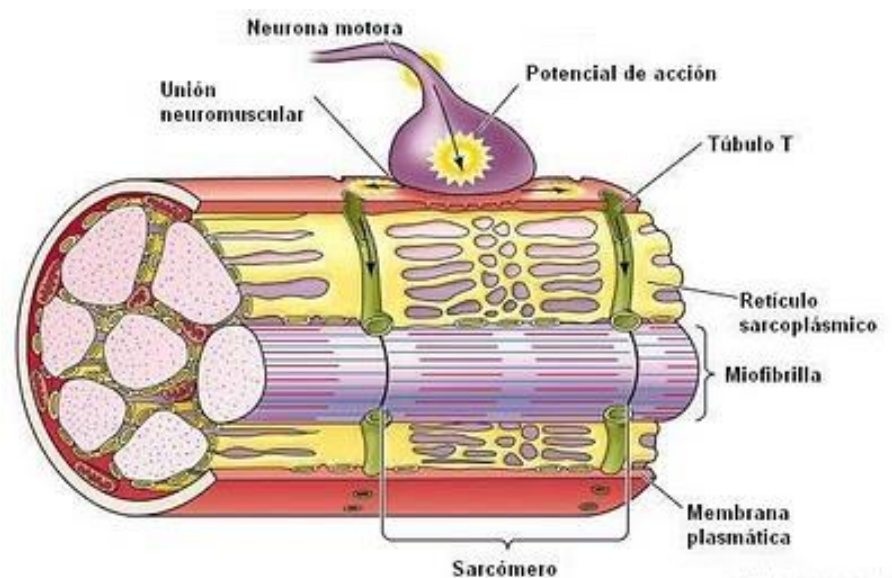


Figura 8a. Anatomía estructural de una fibra muscular. Tomada por Fox (40).

Por otro lado, en el sarcoplasma destacan las miofibrillas y las mitocondrias. Entre estas dos estructuras encontramos pequeños gránulos de glucógeno, la mioglobina que sirve como transporte del O_2 , el retículo endoplasmático, el aparato de Golgi, depósitos de triglicéridos...

Las **miofibrillas** son haces altamente organizados de proteínas contráctiles y elásticas que llevan a cabo el trabajo de contracción. Se podría decir que son el aparato locomotor de las fibras, ocupando la mayor parte del interior de las fibras musculares. En un corte transversal, se puede observar diminutos puntos distribuidos de forma uniforme en áreas poligonales. No obstante, en un corte longitudinal, se observan la disposición de filamentos gruesos (miosina) y delgados (actina), creando un patrón repetitivo de bandas claras y oscuras alternantes. Una repetición del patrón forma un **sarcómero** (unidades funcionales), que posee los siguientes elementos (Figura 8bcd) (Figura 9):

Figura 8b. Anatomía estructural de una fibra muscular. Tomada por Fox (40).

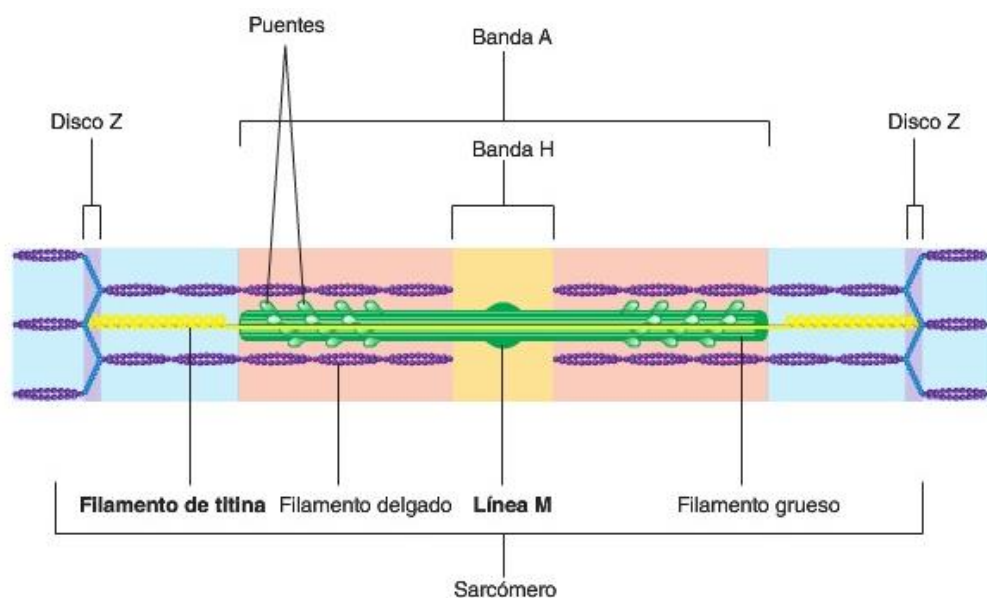


Figura 8c. Anatomía estructural de una fibra muscular. Tomada por Fox (40).

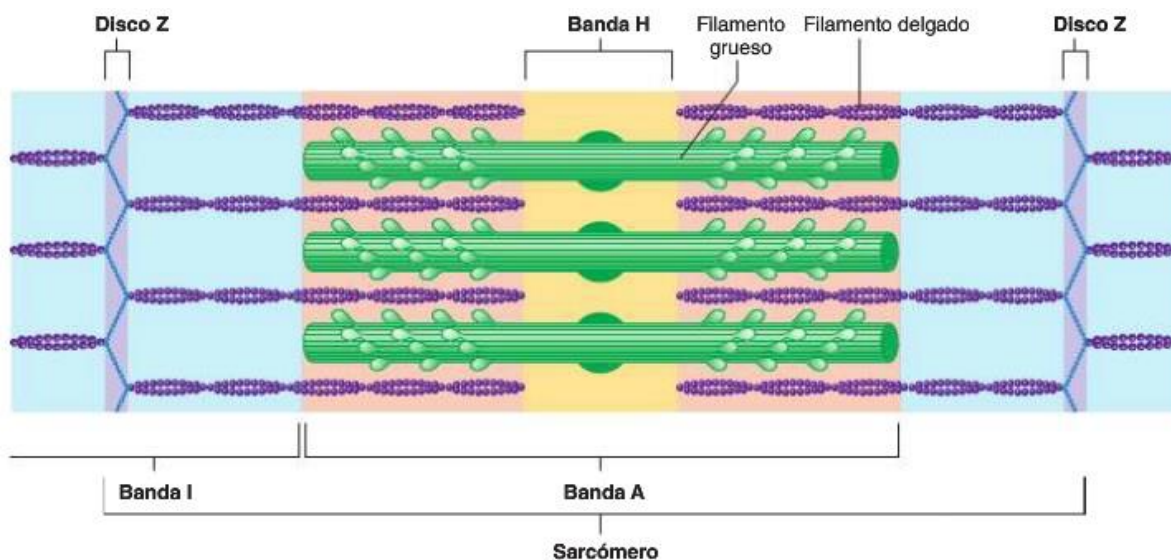
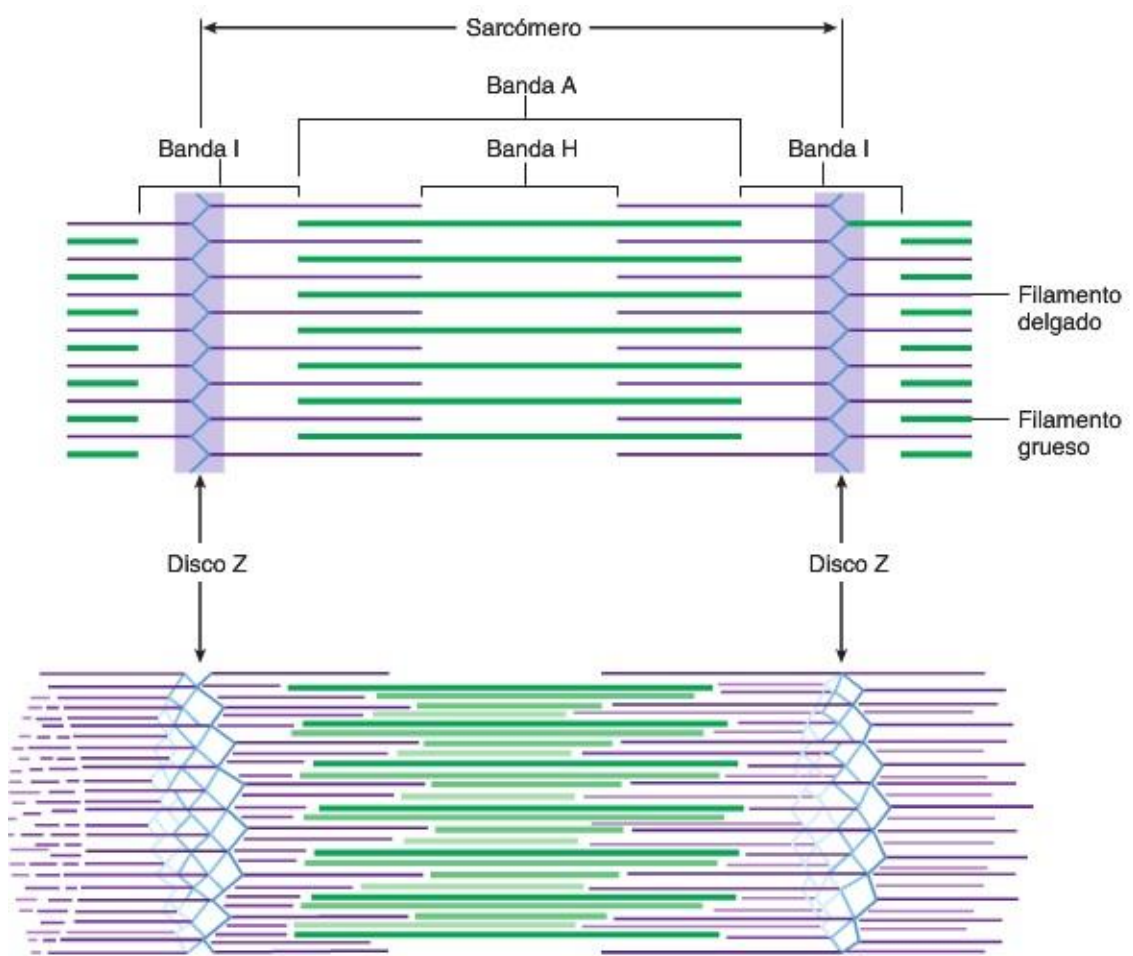


Figura 8d. Anatomía estructural de una fibra muscular. Tomada por Fox (40).



- Discos Z: cada extremo de un sarcómero es un disco Z.
- Bandas I (isotrópicas): son las bandas claras. Están ocupadas solamente por filamentos finos y en la mitad de la banda se encuentra un disco Z (cada mitad de una banda I pertenece a un sarcómero diferente).
- Bandas A (anisotrópicas): son las bandas oscuras. En los extremos se solapan los filamentos finos y los gruesos y en la zona central sólo hay filamentos gruesos.
- Zona H: zona central de la banda A, ocupada por filamentos gruesos.
- Líneas M: divide la banda A en dos mitades iguales y es la zona de inserción de los filamentos gruesos.

Tipos de fibras musculares e innervación del músculo esquelético (36) (37) (38) (39) (40) (41)

Las fibras del músculo esquelético pueden clasificarse en función de su velocidad de contracción y en función de su resistencia a la fatiga con la estimulación repetida. Así pues, podemos dividir las fibras musculares según el tipo de miosina presente en la fibra muscular, en fibras de *tipo I* y de *tipo IIa* y *IIb*.

- **Fibras musculares tipo IIb, blancas o de contracción rápida**: son las de mayor tamaño. Están innervadas por neuronas del tipo motoneuronas α -1, de gran calibre, que sólo se activan cuando hay que realizar una fuerza considerable, respondiendo con una contracción del tipo “todo o nada”. Poseen escasas mitocondrias por lo que su metabolismo es glucolítico (anaeróbico). La duración de la contracción es reducida y se fatigan rápidamente.
- **Fibras musculares tipo I, rojas o de contracción lenta**: tienen un diámetro pequeño y un metabolismo esencialmente oxidativo (aeróbico). El color rojizo se debe a un mayor contenido en mioglobina y capilares. Poseen muchas mitocondrias pero el retículo endoplasmático está poco desarrollado. Están innervadas por pequeñas neuronas del tipo motoneuronas α -2, produciendo contracciones lentas y de amplitud reducida. Su otra característica importante es que son fibras muy resistentes a la fatiga, por lo que permiten realizar esfuerzos de larga duración.
- **Fibras musculares tipo IIa o intermedias**: comparten características de los dos tipos de fibras precedentes. Tienen un tamaño y metabolismo intermedio (glucolítico-oxidativo). La tensión que desarrollan es menor que las fibras IIb, pero son algo más resistentes a la fatiga que las mismas.

Los músculos presentan una variedad y equilibrio de estos tipos de fibras en función del tamaño y la actividad que desempeñe y también existen diferencias entre una persona y otra. Los músculos posturales (tónicos o de la estática) presentan

mayor cantidad de fibras rojas o de tipo I, mientras que los músculos fásicos o de fuerza y velocidad presentan mayor cantidad de fibras blancas o de tipo II (por ejemplo: dar un salto correspondería con las fibras IIb y la deambulación o la bipedestación con las fibras IIa).

En cuanto a la **inervación del músculo esquelético**, mencionar que la unidad básica de contracción en un músculo esquelético intacto es la unidad motora, compuesta por un grupo de fibras musculares que funcionan juntas y la neurona motora somática que las controla (o motoneurona) y su axón. Es decir, las fibras musculares se contraen cuando son estimuladas por un nervio motor.

Cabe citar que una misma unidad motora puede innervar a fibras musculares que pertenecen distintos fascículos y a su vez se encuentran muy relacionadas con otras unidades motoras. El resultado de esto permite que la contracción tenga un carácter más uniforme y que en una contracción de intensidad creciente, el reclutamiento progresivo de fibras musculares afecte siempre a un amplio sector del músculo en contracción.

Otro aspecto interesante a destacar es que el número de fibras musculares que contiene una unidad motora varía con el tamaño del mismo y su precisión. Esto quiere decir que un *músculo es más preciso* cuanto menor sean las fibras estimuladas por la unidad motora, y por el contrario, un *músculo es más global* (menos preciso) cuantas más fibras sean estimuladas por una unidad motora.

Reclutamiento de fibras

El principio de fuerza gradual permite que los distintos músculos esqueléticos se puedan contraer con diferentes grados de fuerza y con una duración variable. Esto es así porque los músculos, como podemos observar en la *Figura 9*, están compuestos por diversas unidades motoras, lo que posibilita que el músculo varíe la contracción bien modificando los tipos de unidades motoras activadas o bien modificando el número de unidades motoras que están respondiendo en algún momento (41).

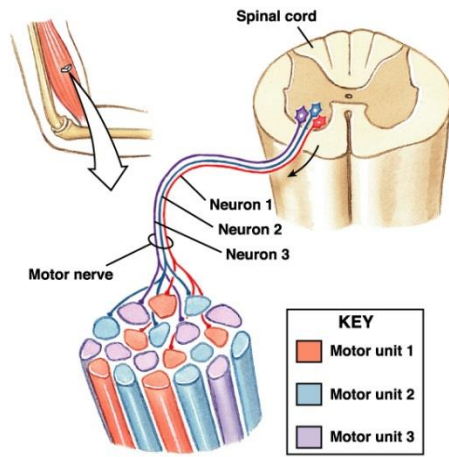


Figura 9. Unidades motoras.

Tomada de Silverthorn (41)

Existen dos mecanismos de control de la fuerza muscular llevado a cabo por el sistema nervioso (41):

- Reclutamiento del número de unidades motoras activas: se basa en un breve período de contracción seguido de otro de relajación.
- La frecuencia de descarga de cada unidad motora: junto a lo anterior, se necesita una frecuencia óptima para realizar un reclutamiento eficaz.

A su vez, el reclutamiento de las unidades motoras se basa en dos principios (41):

- Principio del tamaño (Henneman): esto quiere decir que las unidades motoras se activan dependiendo del tamaño: primero se activan las unidades motoras de menor tamaño y más sensibles, las de tipo I, produciendo un incremento de la fuerza de contracción; luego otras superiores, las IIa y por último, a medida que la intensidad de un determinado ejercicio aumenta y se supera el umbral para cada unidad motora, se van reclutando unidades motoras más complejas, las de tipo IIb, con lo que la intensidad de contracción será mayor (Figura 10).



Figura 10. Reclutamiento de fibras. Elaboración propia.

- Principio de todo o nada: a partir de un determinado potencial de acción las neuronas motoras son reclutadas. Es decir, se activan o no se activan.

De esta forma, la fuerza va aumentando hasta que se alcanza el nivel máximo de contracción (con la intervención de las fibras IIb), momento en el cual ya no se reclutan más unidades motoras y el músculo no se puede contraer más, ya que estas fibras se fatigan más rápidamente. Por esta misma razón, es imposible que un músculo mantenga la contracción con una fuerza máxima durante un tiempo prolongado (41).

1.4.2. Tipos de contracción muscular (37) (39) (40) (41)

El músculo puede contraerse de forma dinámica o isotónica (contracción concéntrica o excéntrica) o de forma estática o isométrica.

En las **contracciones dinámicas** se produce un ciclo de acortamiento-estiramiento, es decir, se modifica la longitud del músculo y se aprecia un movimiento externo observable. De esta forma, en las contracciones concéntricas la fuerza vence a la resistencia y actúa en sentido contrario al del movimiento y por lo

tanto el músculo se acorta; mientras que en las contracciones excéntricas se produce una cesión ante la resistencia externa y la fuerza actúa en el mismo sentido que el movimiento y por lo tanto el músculo se alarga.

En las contracciones estáticas o **isométricas**, el músculo desarrolla tensión sin sufrir acortamiento, es decir, el músculo desarrolla tensión pero no se observan movimientos externos al no haber cambios en la longitud externa del músculo. En este tipo de contracción, las fuerzas están equilibradas y lo que se produce es un cambio, tensión, a nivel interno (Figura 11).

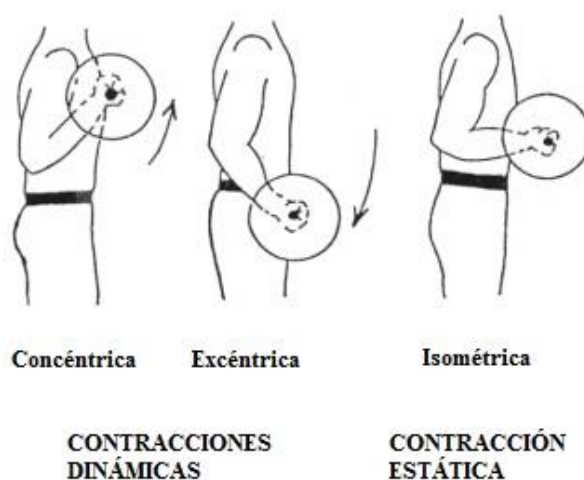


Figura 11. Tipos de contracción. Elaboración propia.

1.4.3. Factores que influyen en la fuerza muscular

Podemos dividir los factores que influyen en la fuerza muscular en tres grupos: factores fisiológicos y anatómicos, factores psicológicos y otros factores.

Dentro del primer grupo, en **factores fisiológicos y anatómicos**, se incluye el *estado metabólico* (la fatiga, la cantidad de Ca^{2+} en el sarcoplasma...), el *reclutamiento de unidades motoras* o número de fibras estimuladas, la *longitud inicial de las fibras musculares*, la *cantidad de carga*, la *coordinación de músculos agonistas-antagonistas*, la *forma y tamaño del músculo*, según la *modalidad de contracción...* (39) (43)

En el segundo grupo, en **factores psicológicos**, se incluirían la *motivación*, la *atención*, la *fuerza de voluntad*... (43)

En el tercer grupo, en **otros factores**, se incluiría el *sexo del individuo* (en función de una mayor concentración de hormonas masculinas, mayor será la masa muscular); *la edad* (hasta la pubertad la fuerza es parecida para ambos sexos. En varones se incrementa entre los 14-17 años alcanzando el máximo potencial a los 30; y en las mujeres a los 20-25 años, comenzado a descender a esta edad); *el peso corporal* (relación entre el desarrollo de la musculatura y un peso idóneo) y *el entrenamiento* (factor altamente decisivo ya que entre otras causas, aumentan la resistencia a la fatiga). (43)

Por otro lado, la **duración de las contracciones** depende de factores como la *temperatura* del músculo, la *bioquímica local*, la *naturaleza del músculo*, las *hormonas tiroideas*, la *sumación de contracciones*... (39) y posiblemente, el estrés.

Poco se habla en la literatura de la influencia de los estados emocionales en la fuerza muscular. No obstante, posiblemente el estrés y los estados emocionales modifiquen las descargas nerviosas y por tanto produzcan una variación de la fuerza muscular y en el tiempo de mantenimiento de una isometría.

1.4.4. Mediciones de la fuerza muscular y dinamometría

La fuerza muscular se puede medir de diferentes formas (36):

- Como la fuerza máxima o submáxima que se puede generar durante una contracción isométrica (es la que utilizaremos en este estudio)
- Como la carga máxima que puede ser levantada una vez (1RM = 1 resistencia máxima)
- Como el momento de fuerza máximo durante una contracción concéntrica o excéntrica.

Una herramienta que nos permite medir la fuerza muscular eliminando el aspecto subjetivo de las pruebas musculares manuales, y proporcionando un aspecto cuantificable, preciso y objetivo es el **dinamómetro**. Si bien el dinamómetro manual ha demostrado su fiabilidad y validez frente a una prueba muscular manual,

sólo pueden ser utilizados si el examinador presenta mayor fuerza que el sujeto explorado. Por lo tanto, otro sistema instrumental de valoración de fuerza es el aparato **isocinético**. Este aparato permite evaluar la fuerza muscular de manera estática o dinámica y son equipos mecánicamente más fiables en la medición de fuerza ejercida por un músculo (42).

1.4.5. La fuerza muscular y la fisioterapia

Muchos de los problemas de fisioterapia a los que nos enfrentamos en el ámbito clínico es la pérdida de fuerza, secundaria a una lesión o patología (44) (45). Es por ello que tratar tal alteración con el objetivo de restaurar la normalidad funcional se considera un pilar muy importante dentro de nuestra profesión.

Para detectar estos problemas disponemos de muchas herramientas válidas, entre las que se encuentran la dinamometría y los isocinéticos, como herramientas instrumentales, o los test de valoración de fuerza muscular o pruebas musculares manuales, como herramientas manuales para medir la fuerza muscular.

Si bien es cierto que en las pruebas musculares manuales intervienen aspectos más subjetivos como la resistencia del terapeuta o el estado anímico del paciente, estos test nos otorgan aparte una gran cantidad de información, como la fuerza del músculo medido, la existencia o no de signos neurológicos (pérdida de sensibilidad, alteraciones de reflejos músculotendinosos), la flexibilidad y/o rigidez de elementos implicados en un determinado movimiento, entre otros.

Los grados para una valoración manual muscular se registran en forma de puntuación numérica que oscila entre cero, que representa la ausencia de actividad muscular y cinco, que representa una respuesta normal al test, o tan normal como puede ser valorada en un test manual (46). La graduación de la Fuerza Muscular más común (Prueba de resistencia activa) es la que se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. *Graduación de la Fuerza Muscular.* Elaboración propia (46).

GRADUACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR		
Normal	(5)	Toda la amplitud de movimiento. Máximo de resistencia.
Bueno	(4)	Toda la amplitud. Resistencia moderada.
Regular	(3)	Toda la amplitud. Contra gravedad
Malo	(2)	Se produce movimiento si se elimina la fuerza de gravedad.
Vestigios	(1)	No se produce movimiento. Se produce contracción muscular.
Nulo	(0)	No hay contracción muscular.

1.5. Efectos propios del estrés en el sistema muscular y en el control postural

Silverthorn define el **tono muscular** como el estado basal de la contracción o tensión muscular residual que resulta de la actividad tónica de los husos musculares (41). Dicho de otro modo, es la contracción parcial, pasiva e involuntaria que mantiene al músculo dispuesto para una contracción muscular subsiguiente.

Esta contracción parcial de la musculatura estática (a veces concéntrica, otras excéntricas y otras isométricas) permite al individuo el mantenimiento de la postura, gracias al correcto funcionamiento del reflejo miotático y la actividad de las motoneuronas ϕ (gamma) (41).

Antes de definir el reflejo miotático cabe mencionar y definir los husos musculares. Éstos son receptores de estiramiento situados en aquellas fibras que se encuentran especializadas para ello -*las fibras intrafusales*- y dispuestos paralelamente con las *fibras musculares extrafusales*, que envían información a la médula espinal y al encéfalo sobre la longitud del músculo y sus cambios (40) (41). Esto quiere decir que cuando se produce el estiramiento de un músculo lo que se consigue es el estiramiento de los husos musculares.

Las fibras extrafusales del huso muscular son estimuladas para que se contraigan por las motoneuronas α (alfa), mientras que las fibras intrafusales son estimuladas por las motoneuronas gamma. Por lo general, las neuronas motoras superiores estimulan de manera simultánea a las motoneuronas α y ϕ . Esta coactivación de motoneuronas conlleva a una contracción y acortamiento muscular por un lado y a la contracción de las fibras intrafusales por otro. De esta forma, los husos musculares permanecen tensos y dan información acerca de la longitud del músculo incluso mientras el músculo se está acortando (40).

Por tanto, el **reflejo miotático** es un reflejo simple compuesto por dos neuronas: una sensitiva que va al huso muscular y otra neurona motora somática que va hacia el músculo. De tal forma que cuando se añade una carga a un determinado músculo, se produce un estiramiento del huso muscular con la consiguiente contracción refleja de las fibras extrafusales (Figura 12). Es decir, el reflejo miotático es una vía refleja en la cual el estiramiento del músculo inicia una respuesta de contracción (41).

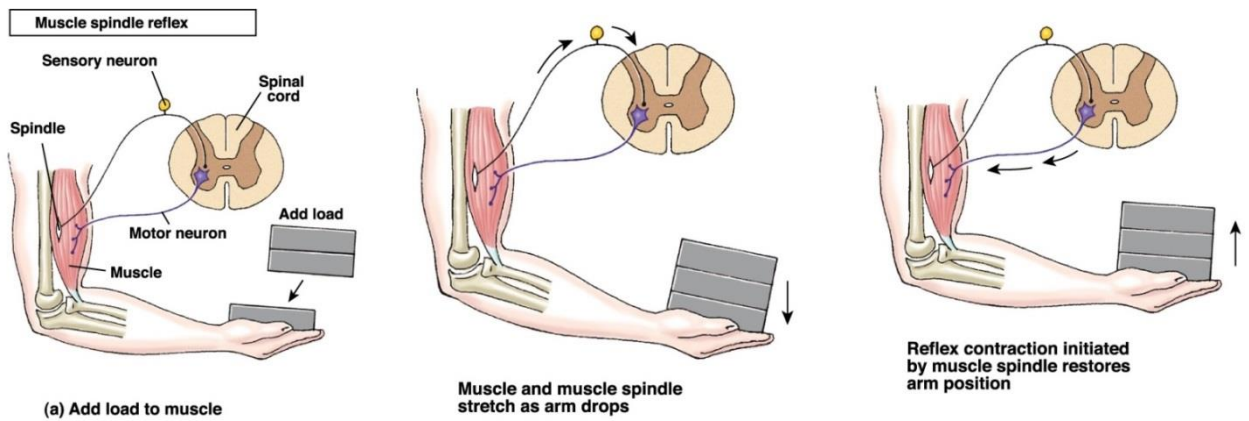


Figura 12. Reflejo del huso muscular. Tomada por Silverthorn (41).

El tono de la musculatura esquelética depende del reflejo miotático y, en gran parte, de las motoneuronas ϕ . Cuando el nivel basal de estas últimas aumenta (por ejemplo mediado por un estímulo estresante, por una contracción mantenida, por una hiperactividad del sistema límbico o de la formación reticular, por ambos etc.), se intensifica el nivel de contracción de los extremos de las fibras musculares, provocando un mayor aumento de tensión en los husos musculares y por tanto una mayor estimulación directa de las motoneuronas α . Este resultado incrementa el tono muscular, pasándose a llamar de tono muscular residual a **tensión muscular** (41) (47) (48).

En este punto cabe hacer un inciso sobre cómo actúa la **formación reticular y sistema límbico** en la tensión muscular.

Ambas estructuras participan en diversas funciones de integración del sistema nervioso. Mientras que la formación reticular tiene una función moduladora global que resulta esencial para determinar el estado de conciencia, el sistema límbico regula la conducta de la supervivencia, la experiencia y el control de las emociones, el aprendizaje y la memoria (49).

La formación reticular se asemeja a una red de células y fibras nerviosas situadas tácticamente entre los importantes núcleos y tractos nerviosos. Recibe aferencias de la mayor parte de los sistemas sensitivos y tiene fibras eferentes que descienden e influyen en las células nerviosas en todos los niveles del sistema

nervioso central. Es a través de estas múltiples conexiones por las que puede influir en el nivel del consciencia además de en la actividad muscular (50).

El sistema límbico está constituido por la corteza cingulada, la amígdala y el hipocampo. El conjunto neuronal por el que está constituido ocupa diferentes áreas corticales y establecen múltiples conexiones con la formación reticular y con el hipotálamo, siendo a través de las vías aferentes de éste último, quienes conectan con el tronco cerebral y la médula espinal (49).

Por tanto, cuando la información sensorial que parte del medio ambiente es interpretada como una amenaza, se produce una sensación de miedo o ansiedad. La respuesta a esta sensación implica la activación del sistema simpático y del sistema hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, constituyendo la denominada respuesta al estrés (49).

Por ende, una hiperactividad del sistema límbico y/o de la formación reticular produce la activación de la motoneurona ϕ , con el consiguiente resultado de cambios en el tono muscular.

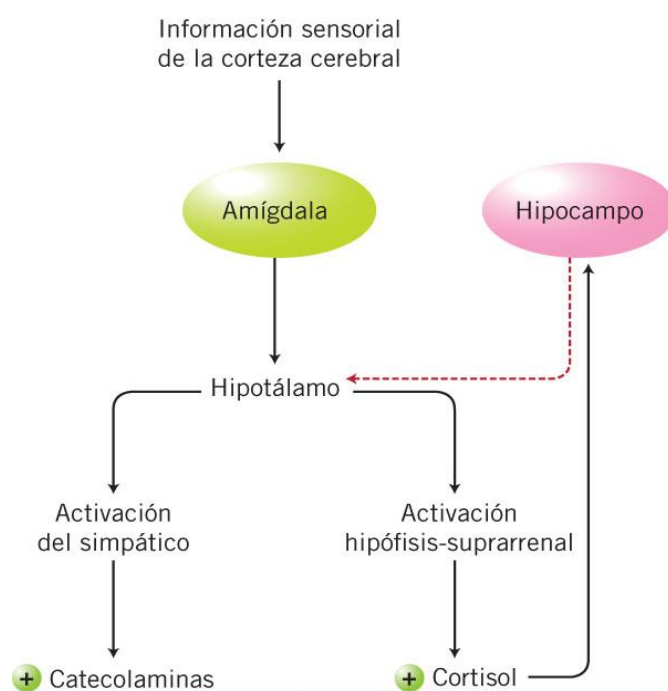


Figura 13. Participación de la amígdala en la respuesta al estrés. Tomada de Mezquita (49).

Esto significa que la tensión muscular no se trata más que de una respuesta de *lucha o huida* en la que nos preparamos para sobrevivir a una supuesta amenaza, contrayendo los músculos porque tenemos que pelear o huir.

El problema radica cuando esta tensión muscular se mantiene en el tiempo sin que la musculatura se relaje.

Se conoce que un incremento de la tensión muscular, llevada a cabo por una **contracción muscular mantenida**, produce diversos dolores y trastornos músculo-esqueléticos, sobre todo en el contexto de aumento de determinadas *exigencias físicas* que pueden ser desde levantar objetos pesados en determinados trabajos, como la realización de *tareas monótonas y repetitivas* en trabajos de oficina y/o frente al ordenador o el *mantenimiento de una determinada postura* durante un tiempo prolongado (51) (52) (53) (54) (55).

El hecho de que una contracción muscular mantenida pueda producir diversas alteraciones y dolores se puede explicar con el desarrollo de un **punto gatillo miofascial** (PGM). Si bien es cierto que se han propuesto muchos mecanismos para explicar su desarrollo, aún a fecha de hoy se carece de evidencia científica. Travell y Simons exponen que hay muchos factores que pueden predisponer a la aparición de un PGM (traumatismos agudos, microtraumatismos repetidos, deficiencia de vitaminas, alteraciones del sueño, falta de ejercicio...), entre los que se encuentran, además, el mantenimiento de una postura inadecuada o mantenida (56).

Travell y Simons atribuyen como posible etiología de un PGM a una disfunción de la placa motora, lugar donde las fibras musculares contactan con las motoneuronas α . Esta disfunción conlleva a una excesiva liberación de acetilcolina que activa los receptores nicotínicos y por tanto conduce a una contracción muscular mantenida en condiciones de reposo, con el consiguiente acortamiento del sarcómero. Esta contracción muscular resultante altera la demanda de oxígeno (que la aumenta para mantener la contracción), así como diversos nutrientes necesarios para la relajación muscular. El resultado final de estas condiciones son microtraumatismos y por tanto la síntesis y liberación de sustancias algógenas e inflamatorias, y por ende, dolor (53) (56).

Las nuevas líneas de investigación han demostrado que el aumento de tensión muscular llevada a cabo por una contracción muscular mantenida y todo lo que ello implica, no solo se produce por *estrés físico* (exigencias físicas, tareas repetitivas, adopción de malas posturas...) sino también por *estrés psicosocial* y han demostrado su independencia (51) (52) (53) (54) (55) (57) (58) (59).

Otros estudios también han investigado la asociación entre el **estrés percibido y la electromiografía** (EMG) de superficie, casi siempre en el músculo trapecio. La EMG muestra su sensibilidad frente a estímulos estresantes, reportando un aumento de su actividad muscular (54) (60) (61) (62) (63) (64). No obstante, curiosamente hay estudios que no informan sobre dicha relación, seguramente porque el control experimental de inducción de estrés no ha sido muy controlado (65) (66).

Dentro de este último cajón de estrés psicosocial se aglomerarían todos los estados emocionales (tristeza, angustia, miedo, enfado...) y, dentro del ámbito laboral (sobre todo de oficina) los factores estresantes como el tiempo elevado de trabajo, la monotonía de éste, un aumento de exigencia cognitiva y mental, la memoria, un apoyo social bajo por parte de los compañeros, la situación de autoridad de un referente laboral, la baja satisfacción laboral, la alta demanda de trabajo, etc. (52) (53) (54) (55).

La importancia de todo esto radica en que el estrés psicosocial es mucho más duradero que el estrés físico (55), por lo que es fundamental destacar la notable importancia de un buen manejo del estrés para evitar la mayoría de estos problemas (52) (55). La falta de descanso mental y por ende, muscular, es un factor de riesgo importante para el desarrollo de dolor y alteraciones músculo-esqueléticas. Por lo tanto una terapia fisioterapéutica combinada en la que antes de la valoración y el tratamiento se hiciera hincapié en técnicas de relajación, podría resultar beneficiosa como un complemento para mejorar la salud.

Otra importancia del estrés a tener en cuenta es el efecto que produce en la realización de diferentes **tareas motoras**, haciendo hincapié en las tareas de precisión y de repetición.

Diversos estudios han constado que el aumento de estrés (llevado a cabo por tareas de cálculo mental, hablar en público, descargas eléctricas, estados

emocionales, imágenes IAPS...) aumenta la excitación y por tanto disminuye la función motora y el rendimiento motor (66) (67) (68) (69). Además, en aquellas personas en las que se dispone de un nivel de ansiedad previo y la intensidad del estrés es considerable, mayor será la disminución de la función motora (66).

La explicación podría deberse a que “aunque las emociones pueden percibirse en la corteza cerebral, el resultado predominante es el de respuestas automáticas llevadas a cabo por el sistema autónomo, endocrino y los sistemas neuromusculares. Estas respuestas automáticas involucran partes subcorticales del sistema nervioso central, especialmente conexiones entre el núcleo de la amígdala, el hipotálamo y el tronco cerebral. Por tanto, estos neurotransmisores y hormonas que provocan estas respuestas pueden modular también la función de los circuitos espinales subyacentes al rendimiento motor” (67).

En el ámbito del **control postural**, hay estudios cuyas líneas de investigación intentan demostrar la asociación, hasta ahora ambigua, entre las emociones y el control postural. D’Attilio y Hillman afirman que la observación pasiva de las emociones (a través de las imágenes IAPS) influyen en el equilibrio, es decir, conllevan a alteraciones o más bien a ajustes posturales (70) (71).

Por último, destacar el papel del estrés en la **fatigabilidad muscular**. Estudios han reportado que los factores estresantes (estrés cognitivo mediante cálculo matemático) aumentan la fatigabilidad (sobre todo en mujeres), de tal forma que se disminuye el tiempo de una contracción muscular isométrica. La posible explicación al respecto es que el estrés aumenta la activación simpática y ésta produce una alteración en el reclutamiento de fibras musculares, reduciendo las fibras de tipo I y aumentando las de tipo II. De esta forma, aumenta la fuerza pero disminuye el tiempo de aguante de una contracción isométrica (72) (73).

1.6. Técnicas de relajación en fisioterapia

Las técnicas de relajación son una serie de herramientas encaminadas a aminorar la tensión física y/o mental producida por el estrés, la ansiedad, la fatiga, etc. (74).

Los fisioterapeutas cuentan con múltiples técnicas de relajación para combatir diversos estados de tensión por los que puedan pasar los pacientes, entre las que se encuentran la respiración diafragmática, la Relajación Progresiva Muscular de Jacobson, el Método Feldenkrais, la Técnica de Alexander, el Entrenamiento Autógeno de Schultz, Caycedo, etc. (74) (75).

De entre todas ellas cabe destacar las dos primeras por ser las más sencillas de aprender y de poner en práctica.

La **respiración diafragmática** se basa en un ejercicio respiratorio. Se realiza en un ambiente sosegado y sereno y en una posición confortable (tumbado boca arriba o en posición sedante). La técnica consiste en coger aire por la nariz mientras se lleva el aire al abdomen y no al pecho, y posteriormente se vacía todo el aire, pudiendo tocar el abdomen levemente de tal forma que ayude a sacar todo el aire. La técnica se repite varias veces con cuidado para no hiperventilar (74).

La **técnica de relajación muscular progresiva** fue desarrollada por Jacobson en 1938. Jacobson afirmaba que las principales acciones terapéuticas de esta técnica residían en que el sujeto aprende la diferencia entre la tensión y la relajación, y, por tanto, cuando el sujeto aprende a desarrollar este estado de conciencia puede aprender a reducir la tensión muscular excesiva (74).

La técnica de relajación muscular progresiva consiste en realizar contracciones musculares que se mantienen durante 15-30 segundos, seguidas de un periodo de relajación del músculo, haciendo un recorrido por el cuerpo. Este procedimiento se lleva a cabo con las manos, muñecas, brazos, hombros, tobillos, rodillas, caderas, abdomen, columna, cuello, ojos y zona de alrededor y boca y la zona de alrededor (74).

No obstante, la versión original de esta técnica de relajación presentaba una seria limitación y era la cantidad de horas propuestas. Por ello, diversos autores lo han ido modificando entre los que se encuentran Bernstein y Borkovec (74).

La versión propuesta por estos autores incluye todos los grupos musculares y está organizada por tres fases: en la primera se le enseña al paciente la relajación sobre 16 grupos musculares, continuando con el aprendizaje de la relajación sobre 7 grupos de músculos y finalmente la práctica se reduce sobre 4 grupos de músculos (74).

1.7. Revisión bibliográfica y Kinesiología Aplicada.

Para llevar a cabo este TFG se comienza con la realización de **una búsqueda bibliográfica** necesaria para la comprensión del marco teórico del mismo.

Ésta se inicia en la base de datos Pubmed, en la cual se introducen varios descriptores en MeSH database:

- Stress, Psychological
- Stress, Physiological
- Muscle contraction
- Isometric contraction
- Electromyography
- Muscle activity
- Arousal/physiology
- Emotions/physiology
- Muscle fatigue

Con el objetivo de acotar la búsqueda, estas palabras fueron incluidas en diferentes estrategias de búsqueda utilizando los operadores booleanos comunes: AND, OR y NOT.

Seguidamente, a los datos obtenidos a partir de las diferentes combinaciones se le añaden los límites de fecha de publicación (últimos quince años) y el idioma (inglés y español) y no se encuentra ningún artículo que sirva para contrarrestar nuestra hipótesis. Sin embargo, se obtienen veintidós artículos que se han utilizado para desarrollar el epígrafe 1.5. *Efectos propios del estrés en el sistema muscular y control postural*.

Continuando con la hipótesis de que ante la exposición inmediata de un estímulo estresante agudo, el sujeto no puede oponer una resistencia, a una fuerza externa, durante un mismo tiempo de mantenimiento en comparación con la que opone si no hay estímulo estresante previo, y dado que se conoce que la Kinesiología Aplicada trabaja con estímulos estresantes agudos, **se realiza una segunda búsqueda bibliográfica** en Pubmed, en la cual se introduce el descriptor “Applied Kinesiology”

en MeSH database. Debido a la cantidad de artículos, se procede a hacer otra búsqueda con las siguientes palabras clave:

- “Applied Kinesiology”
- “Manual muscle testing”
- “Muscle testing”

De la misma forma que en la primera ocasión, se utilizaron diferentes estrategias de búsqueda empleando los operadores booleanos comunes y obteniendo ocho artículos válidos.

A continuación se comenta la información obtenida de la búsqueda bibliográfica en Pubmed junto con dos libros obtenidos de una biblioteca municipal:

La Kinesiología Aplicada (KA) nace en 1964 en Estados Unidos de la mano de George Goodheart, el cual empezó a evaluar la salud de sus pacientes mediante test musculares, utilizando el método que detalla Kendall en su libro *Test Muscular* (Kendall y McCreary). La KA es una técnica integradora y holística que utiliza las variaciones en el test muscular a través de estímulos estresantes, con el objetivo de equilibrar nuestra salud en todos los aspectos de nuestro cuerpo (76) (77).

A la hora de atender a un paciente, uno de las principales inquietudes que más preocupa a los fisioterapeutas es poseer una serie de herramientas manuales precisas (78) (79) que permitan evaluar mejor la patología del paciente, ya que en muchas ocasiones nos encontramos a pacientes con dolores que no se corresponden con los test de fisioterapia y por lo tanto, no responden al cien por cien a los tratamientos realizados. Si a esto le añadimos la creciente especialización en el área de la salud, todo se convierte en obstáculos que dificultan una visión más global e integral del paciente.

En este contexto, la necesidad de encontrar un instrumento de trabajo que ayude a los fisioterapeutas a dirigir mejor sus tratamientos es, a día de hoy, más que necesario (76) (77).

La Kinesiología Aplicada actúa de esta forma y considera que existen cuatro factores que van a estar siempre presentes en la salud: lo estructural, lo químico, lo emocional y lo electromagnético. Estos cuatro factores se encuentran en el ser

humano y están integrados e íntimamente relacionados unos con otros. De tal forma que cuando algo afecta a uno de ellos, repercute en los demás (76) (77).

Por tanto, la KA ayudará a identificar qué estructura se encuentra en disfunción a través de un exhaustivo diagnóstico para luego llevar a cabo los mecanismos de tratamiento más afines a la patología encontrada. (76) (77).

Debido a todo esto, en los últimos años la formación en KA ha sido tan demandada por profesionales de la salud que no sólo se han seguido ofertando en lugares privados, sino que se han ofertado cursos de Postgrado para fisioterapeutas en universidades públicas, en el Instituto de Terapias Manuales, en el Instituto Alcalá de Ciencias y Especialidades de la Salud y también ha sido ofertado por diversos Colegios de Fisioterapeutas.

A pesar de todo esto sigue habiendo cierta controversia, pues aunque es un método que parece que funciona, no hay suficientes estudios que demuestren que sea una herramienta idónea.

La literatura de la prueba muscular manual distingue dos posibles formas: una prueba de resistencia activa (escala comentada en el epígrafe 1.4.5. *La fuerza muscular y la fisioterapia*) y una prueba de rotura.

La Kinesiología Aplicada emplea esta última, por la que un determinado músculo puede mantener una posición o bien “romper” la posición mediante la aplicación de una resistencia manual (Ver tabla 2). A su vez y a partir de esta premisa, los kinesiólogos han desarrollado dos formas de llevar a cabo el test muscular manual:

- “*Clinician started*” o “*doctor-initiated*”: en este caso es el terapeuta quien inicia el test y le pide al paciente que resista la fuerza (80) (81) (82).
- “*Patient started*” o “*patient-initiated*”: en este caso es el paciente quien inicia el test pidiéndole que realice una contracción máxima isométrica. A continuación, el terapeuta empuja con mayor fuerza en dirección excéntrica (80) (81) (82).

Ante la variabilidad inter-observador a la hora de llevar a cabo test musculares, Conable et al. comentan un estudio donde se demuestra que el test de “*patient-initiated*” era más fiable que el “*doctor-initiated*”, ya que dura unos segundos más y de esta forma no se pasan por alto posibles debilidades (83).

Aunque hay estudios que comentan que en la actualidad la Kinesiología Aplicada no puede considerarse una herramienta de diagnóstico útil sobre la que se puedan basar decisiones de la salud (80) (84) (85) (86), todos coinciden en que esto se debe a que las publicaciones sobre KA no cumplen con la mayoría de las normas y criterios aceptados para la metodología de investigación y por tanto se precisan de más estudios.

No obstante, las bases fisiológicas del test muscular kinesiológico y el por qué, ante estímulos estresantes, el test muscular varía, sí que está descrito en la literatura, aunque también requieren de modelos más sofisticados.

Rosner et al., Schmitt et al., Cuthbert et al. y Conable et al. indican en sus diversos estudios que cuando se emplea el test muscular kinesiológico el músculo, en condiciones normales, responde con el reflejo miótático, es decir, midiendo si existe o no el reflejo y si se envía un mensaje monosináptico con la consiguiente respuesta de contraer más fibras, y por tanto, mantener el músculo en una determinada posición (80) (81) (82) (87) (88) (89). Sin embargo, con un estrés de base o ante estímulos estresantes agudos (visuales, olfativos, emocionales, químicos...) el músculo no es capaz de mantener una determinada posición o isometría. Esto se debe a que existen dos principales vías o tractos que conectan con la musculatura: una subconsciente (vía extrapiramidal) y otra consciente (vía corticoespinal).

Ahora bien, si la vía extrapiramidal queda inhibida (por señales o estímulos agudos y puntuales que se originan en el hipotálamo y se transmiten a la formación reticular y vías descendentes, con la consiguiente activación de las interneuronas inhibitorias gamma) el sujeto no podrá desarrollar el tono muscular de base y por tanto mantener una determinada posición o isometría (80) (81) (90).

Por último, mencionar que también se ha discutido sobre la subjetividad del test muscular kinesiológico. Charles Krebs llegó a la conclusión de que el test muscular es objetivo mientras que la percepción del test muscular por parte del sujeto es lo que se considera subjetivo (91).

Tabla 2. *Pruebas musculares manuales.* Elaboración propia (46).

	Prueba de Resistencia Activa	Prueba de Rotura
0	No hay contracción muscular perceptible.	No hay contracción muscular perceptible.
1	Contracción muscular palpable pero ningún movimiento.	Contracción muscular palpable pero ningún movimiento.
2	Movimiento si se elimina la fuerza de la gravedad	Movimiento si se elimina la fuerza de la gravedad
3	Músculo puede mantener una determinada posición contra la gravedad solamente.	Músculo puede mantener una determinada posición contra la gravedad pero no puede mantener si se añade una ligera presión.
4	El músculo tiene rango activo contra una resistencia moderada.	Músculo puede mantener una determinada posición con un poco de presión, pero luego se separa
5	El músculo tiene rango activo contra una resistencia máxima.	Músculo puede mantener una determinada posición contra una presión máxima.

2.OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Dado que:

- El estrés puede producir alteraciones a nivel del sistema esquelético (dolores y trastornos músculo-esqueléticos), alteraciones a nivel de tareas motoras y alteraciones a nivel del control postural.
- El estrés psicosocial es mucho más duradero que el estrés físico y ambos igual de perjudiciales para la salud.
- El estrés puede tener repercusiones importantes en nuestra valoración y tratamiento de fisioterapia.

Los objetivos que se persiguen con este Trabajo de Fin de Grado son:

2.1. Objetivo general

Comprobar que determinados parámetros de una contracción muscular isométrica máxima varían ante la exposición de un estímulo estresante agudo en el adulto sano.

2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la variación del tiempo de mantenimiento de una fuerza muscular isométrica ante la exposición inmediata de las imágenes del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS).
- Cuantificar la variación de la fuerza muscular ante la exposición inmediata de las IAPS
- Validar el dinamómetro digital portátil (*MicroFET2*) para su uso en la cuantificación de la fuerza isométrica, por su facilidad y comodidad en la práctica habitual de fisioterapia.

3.SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS

3. SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Universidad de Alcalá, en una de las aulas de la Unidad docente de Fisioterapia.

El diseño de investigación mediante el cual se desarrolla el presente Trabajo Fin de Grado es un estudio piloto, correspondiéndose con un estudio analítico, experimental y prospectivo.

3.1. Población del estudio y tamaño de la muestra.

Este estudio contó con la colaboración de 52 sujetos sanos reclutados en mayo de 2015, estudiantes voluntarios de la Universidad de Alcalá (44 estudiantes de Grado de Fisioterapia y 8 estudiantes de Grado de Enfermería) que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión y que firmaron el consentimiento informado (Anexo I). La muestra se constituye en dos grupos: *grupo I o grupo masculino* formada por 24 hombres y *grupo II o grupo femenino* formada por 28 mujeres, con una edad comprendida entre los 18-25 años.

3.1.1. Criterios de inclusión

Fueron incluidos los sujetos que cumplieron los siguientes criterios:

1. Edad comprendida entre 18-25 años.
2. Sujetos con mano dominante diestra.
3. Altura comprendida entre:
 - Grupo I: 1,65cm – 1,90cm
 - Grupo II: 1,60cm – 1,80cm
4. Peso comprendido entre:
 - Grupo I: 60kg – 90kg

- Grupo II: 50kg – 75kg
5. Estar dispuesto a participar en el estudio y firmar el consentimiento informado.

3.1.2. Criterios de exclusión

Fueron excluidos del estudio los sujetos que cumplieron alguno de los siguientes criterios:

1. Sujetos con rasgos de ansiedad, estrés o depresión en valores superiores a los normales.
2. Dolor o alguna patología de hombro, codo y muñeca.
3. Sujetos que realicen actividades deportivas del tren superior (tenis, golf, piragüismo, etc) o actividades de musculación en el gimnasio.
4. Sujetos que no cumplan los criterios de inclusión.

3.2. Instrumentación utilizada

- Material antropométrico: Báscula electrónica Seca 769 con tallímetro.
- Dinamómetro digital portátil *microFET2* con una almohadilla transductora plana, con el software *Hoggan microFET Clinical* y el *microFET USB*.



Figura 14. Dinamómetro digital portátil *microFET2*

- Ordenador PC portátil marca Samsung R540.
- Proyector Acer Essential X1273
- Pantalla de proyección trípode básica de celexon de 1,33 m x 1 m.
- Paquete estadístico *IBM SPSS Statistics Vs. 22.0*.
- Dos presentaciones PowerPoint con las imágenes IAPS para ambos grupos.

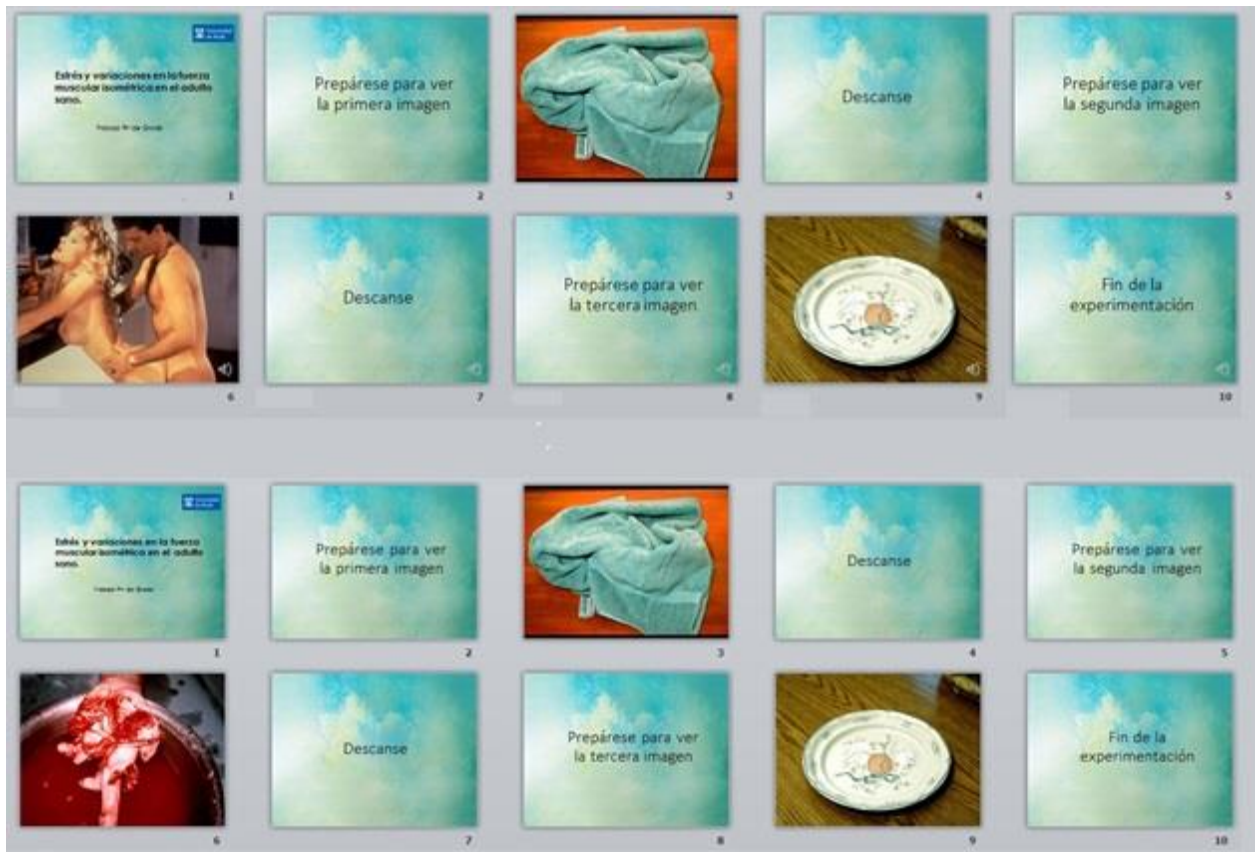


Figura 15. Presentaciones PowerPoint.

3.3. Procedimiento general

El estudio está formado por tres partes. **En un primer tiempo** (captación) se informó a los estudiantes de la Facultad de Enfermería y Fisioterapia del tipo de estudio que se va a llevar a cabo, proporcionándoles toda la información necesaria para el conocimiento de los procedimientos que se iban a realizar y pidiéndoles colaboración.

En una segunda parte se concertó cita con los participantes en una de las aulas del Departamento de Fisioterapia. Seguidamente se les entregó la hoja del consentimiento informado (Anexo I), una hoja de recogida de datos (Anexo II) y un cuestionario con la Escala DASS-21 (Anexo III) y con la Escala STAI (Anexo IV). Además se tomaron las medidas antropométricas.

Una vez recogidos los cuestionarios y comprobado que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, se concertó **una tercera cita (sesión experimental)** en la que antes de la intervención se resolvieron todas aquellas dudas surgidas en el momento.

3.3.1. Sesión experimental

La tercera sesión transcurrió los días 19, 20, 21 y 22 de mayo. Antes de la experimentación propiamente dicha, se llevó a cabo una **charla** donde se explicaba a cada sujeto los tipos de fuerzas que existen (isométricas, concéntricas, excéntricas) y qué fuerza se desarrollará en este Trabajo Fin de Grado. La duración de la charla y la experimentación osciló unos 5 minutos.

Gracias a la ayuda de un compañero conocedor del estudio se llevó a cabo una sesión de **calentamiento** del miembro superior, ya que es fundamental para cualquier actividad física y evita el riesgo de lesiones. Se realizaron movilizaciones activas en los movimientos de flexión, extensión y abducción de hombro y ejercicios con banda elástica. Las movilizaciones fueron suaves y sin movimientos bruscos, de tal forma que el líquido sinovial lubrique bien la articulación del hombro y se puedan

realizar movimientos con menor riesgo de lesión. Se acaba el calentamiento con unos estiramientos del deltoides, bíceps, tríceps y trapecios. Los estiramientos deben también ser suaves, pues no se trata de ganar flexibilidad sino de estirar levemente el músculo para ir dándole actividad.

La duración del calentamiento duró 5 minutos, el tiempo justo en el que se acababa la experimentación con un sujeto y se pasaba a intervenir al sujeto que acababa de terminar la sesión de calentamiento.

La **experimentación** consistió en realizar tres fuerzas isométricas máximas durante 10 segundos (*"patient-initiated"*) en abducción de hombro mientras se visualizaba una imagen IAPS en cada una de las tres pruebas. Por tanto, para este Trabajo Fin de Grado se utilizará el músculo deltoides, concretamente el deltoides medio, ya que sus fibras medias tienen una acción principalmente abductora (Figura 16). Las fibras anteriores y posteriores, en el movimiento de abducción, son las encargadas de la estabilización del hombro (46) (99) (100).

La prueba de fuerza se llevará a cabo en sedestación, a una abducción de hombro de 90°, con el codo flexionado también a 90° y con una rotación neutra (46) (88) (99) (100).

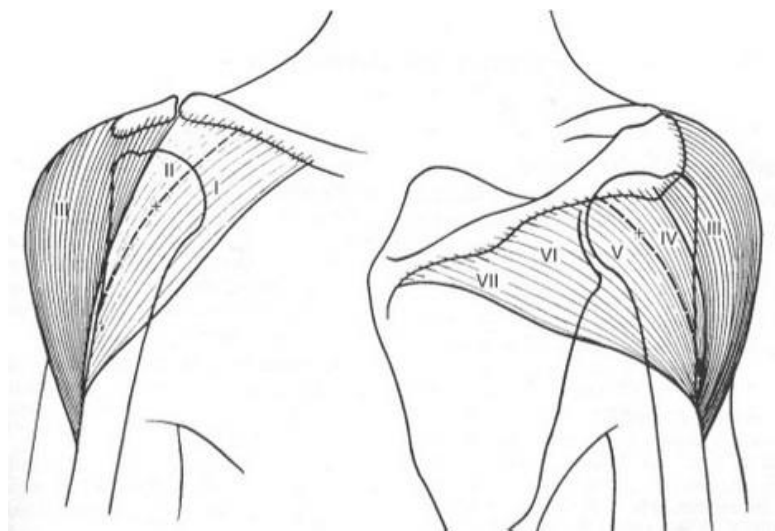


Figura 16. Porciones funcionales del músculo deltoides. Tomada por Kapandji (98)

Los participantes fueron entrando de uno en uno en la sala preparada para el estudio y se sentaron en una silla y frente a un equipo multimedia. El estudio se siguió de acuerdo a los procedimientos diseñados por Lang et al. (23) (25) (26) (27) (28).

Las imágenes fueron seleccionadas de la última versión del conjunto IAPS (que incluyen 1.182 imágenes) y mostradas mediante una presentación de PowerPoint diseñado por el autor del estudio. Se proyectaron en su tamaño original (1.024 x 768 píxeles) en el centro de una pantalla de proyección y a una distancia de aproximadamente 6-8 metros.

Para la población masculina se ha estudiado que son más relevantes aquellas imágenes con menor excitación y con mayor valencia, es decir, imágenes eróticas, mientras que para la población femenina son más relevantes las imágenes con mayor excitación y menor valencia, es decir, imágenes de mutilaciones y armas. Por tanto, se ha seleccionado para el primer grupo una imagen erótica y dos imágenes neutras y para el segundo grupo una imagen de una mutilación y las dos mismas imágenes neutras de la población masculina (25) (26).

La secuencia de cada ensayo era la siguiente: en un primer lugar, aparece durante 10 segundos una diapositiva de preparación ("Prepárese para ver la primera imagen"). Inmediatamente después aparece otra diapositiva y el sujeto realiza la prueba isométrica de fuerza que dura 10 segundos mientras visualiza una imagen neutra. Finalmente aparece una diapositiva de descanso durante 50 segundos. Se repite el ciclo con una imagen afectiva y con una imagen neutra.

De esta forma se visualiza una imagen a la vez que se realiza la prueba isométrica durante 10 segundos y se sigue de 1 minuto de descanso (50 segundos + 10 segundos). Se ha establecido esta secuencia (empezando por estímulo neutro, seguido de estresante y acabando por estímulo neutro) para evitar pensar que los cambios que pueden producirse pueden deberse a la fatiga muscular.



Figura 17. Medición de la prueba de fuerza

3.4. Variables a evaluar

3.4.1. Medidas antropométricas

Se tomaron las siguientes medidas antropométricas: talla y peso.

Para las dos primeras variables, se ha utilizado una báscula electrónica Seca 769 con tallímetro. La medición de la **altura** se realiza con el sujeto en bipedestación con los talones, glúteos, espalda y occipital en contacto con el plano vertical. Para corregir la altura de los discos intervertebrales, se ha realizado la medida pidiéndole al paciente que realice una inspiración profunda y una tracción axial. Además, se ha colocado el tallímetro en contacto con la cabeza, eliminando el tamaño del pelo. La medición del **peso** se realiza con el sujeto en bipedestación en el centro de la plataforma de la báscula y con la mirada al frente.

3.4.2. Nivel de Depresión, Ansiedad y Estrés

El grado de depresión, ansiedad y/o estrés que tengan los sujetos será evaluado mediante la Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés en su versión española de 21 ítems (DASS-21) y mediante el Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI). Se han elegido estas herramientas ya que resultan unos instrumentos de medida útiles tanto en población sana como en pacientes, son unos instrumentos breves, sencillos, de rápida administración y con adecuadas propiedades métricas para la valoración de estos tres factores en la población (92) (93) (94) (95) (96).

La escala DASS-21 contiene 21 ítems, divididos en subescalas de siete parámetros que valoran la depresión (ítems 3, 5, 10, 13, 16, 17 y 21), siete que evalúan la ansiedad (ítems 2, 4, 7, 9, 15, 19 y 20) y siete que evalúan el estrés (ítems 1, 6, 8, 11, 12, 14 y 18). Cada ítem se puntúa de 0 a 3 en función de la medida en que cada frase se aplica al encuestado en los últimos siete días (92) (93).

Los resultados de la escala clasifican los valores obtenidos en un grado de depresión, ansiedad y estrés *normal, leve, moderado, severo y muy severo* (92) (93).

Por otro lado, el Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo es una escala diseñada para evaluar los dos conceptos de la ansiedad: la ansiedad como estado (condición

emocional transitoria) y la ansiedad como rasgo (propensión ansiosa relativamente estable). Consta de un total de 40 ítems (20 para cada uno de los conceptos) que se puntúan de 0 a 3. El marco de referencia temporal en el caso de la ansiedad como estado es de “ahora mismo, en este momento”, y en la ansiedad como rasgo “en general, en la mayoría de las ocasiones” (94) (95) (96).

En esta escala no existen puntos de cortes exactos, sino que las puntuaciones directas que se obtienen se transforman en centiles en función del sexo y la edad (94) (95) (96).

El criterio de inclusión para que los sujetos entren en el estudio son obtener unos valores *normales* de los tres rasgos en la Escala DASS-21 y unos valores inferiores *al centil 75* en la escala STAI (94) (95) (96).

Para la corrección de los instrumentos de recolección de datos se utilizó, por un lado, la tabla de puntuaciones para la DASS-21, y por otro lado, la tabla con las puntuaciones correspondientes a los centiles 50, 75, 85 y 99 para la Escala STAI.

Tabla 3. *Valores de referencia de la escala DASH-21.*

Valores de referencia escala DASH-21			
	Depresión	Ansiedad	Estrés
Normal	0-9	0-7	0-14
Leve	10-13	8-9	15-18
Moderado	14-24	10-14	19-25
Severo	21-27	15-19	26-33
Muy severo	>28	>20	>34

Tabla 4. *Valores de referencia de la escala STAI.*

Valores de referencia escala STAI			
Centil 75 masculino		Centil 75 masculino	
AE	AR	AE	AR
28	25	31	32

3.4.3. Fuerza muscular isométrica máxima y tiempo de mantenimiento de la isometría.

La fuerza muscular isométrica y el tiempo de mantenimiento de la misma se realizó con un dinamómetro digital portátil (microFET2) conectado a un ordenador por medio de un sistema inalámbrico de USB y el software (Hoggan microFET Clinical) instalado previamente en dicho ordenador. De esta forma podemos obtener resultados precisos, objetivos y cuantificables, los cuales pueden ser exportados a una hoja de cálculo de Excel y al paquete estadístico SPSS para su posterior análisis.

Las medidas que nos proporciona el dinamómetro manual son de segundos para el tiempo de mantenimiento y de picos de fuerza para la fuerza muscular isométrica.

Las investigaciones muestran que para una contracción muscular isométrica máxima la duración debe oscilar entre los 5 y 6 segundos. El tiempo total puede llegar hasta los 10 segundos siempre y cuando el inicio y el final se realicen de forma gradual. Por tanto, se realizarán 2-3 segundos para iniciar progresivamente la contracción, 5-6 segundos de fuerza isométrica máxima y 2-3 segundos para volver de forma progresiva al descanso (97) (98).

Por tanto, en este Trabajo fin de grado la duración de la isometría (tiempo de mantenimiento) será de 10 segundos y la fuerza muscular isométrica será máxima.

4.RESULTADOS

4. RESULTADOS

La muestra está organizada en dos grupos: *grupo I* formado por 24 hombres y *grupo II* formado por 28 mujeres. Tras eliminar del estudio a 7 pacientes por presentar algún criterio de exclusión, la muestra se ha quedado en un total de 52 sujetos sanos.

Tras firmar el consentimiento informado y cumplir con los criterios de inclusión se llevó a cabo la sesión experimental, durante la cual no se produjeron pérdidas.

Para llevar a cabo el análisis del cálculo estadístico se utilizará el programa *IBM SPSS Statistics Vs. 22.0*.

4.1. Estadística descriptiva de las variables antropométricas

Las variables antropométricas (edad, altura y peso) vienen definidas en la Tabla 5 con su media, desviación estándar (SD), mediana, rango intercuartílico (IQR) y valor del p.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las variables antropométricas.

	Grupo I (n=24)			Grupo II (n=28)		
	Edad	Altura	Peso	Edad	Altura	Peso
Media (± SD)	21,17 (±1,57)	1,77 (±0,05)	72,95 (±9,04)	20,57 (±1,20)	1,67 (±0,05)	61,67 (±7,01)
Mediana (IQR)	21 (20-22)	1,78 (1,74 – 1,80)	70,72 (67 – 78,93)	20,50 (20 - 21)	1,66 (1,64 – 1,70)	61,17 (55,93 – 66,91)
Valor de p	0,023*	0,311	0,365	0,017*	0,046*	0,271

*no son valores de normalidad según el Test de Shapiro-Wilk.

Para comprobar si la variabilidad está en la normalidad se realiza la prueba de Shapiro-Wilk para las respectivas hipótesis:

H1: La distribución de la variable en estudio difiere de la distribución normal

H0: La distribución de la variable en estudio no difiere de la distribución normal.

Se establece el nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$; y se realiza la prueba mencionada. Si el valor de $p > 0,05$, H0 es verdadera y la variable de estudio no difiere de la distribución normal y si el valor de $p < 0,05$, H0 es falsa y por tanto la variable sí difiere.

4.2. Nivel de estrés

Para la variable del nivel de estrés se utilizaron dos escalas: DASH-21 y STAI. Los 52 participantes se sitúan dentro de los valores de referencia en ambas escalas (ver tablas 6 y 7).

Tabla 6 y 7. Estadísticos descriptivos de la variable estrés.

DASH-21						
	Grupo I (n=24)			Grupo II (n=28)		
	Depresión	Ansiedad	Estrés	Depresión	Ansiedad	Estrés
Media (± SD)	3,63 (±2,14)	1,46 (±1,17)	1,67 (±1,30)	3,68 (±2,19)	2,32 (±1,67)	2,21 (±1,70)

STAI				
	Grupo I (n=24)		Grupo II (n=28)	
	AE	AR	AE	AR
Media (± SD)	22,54 (±2,43)	20,79 (±1,64)	23,25 (±1,69)	26,27 (±1,51)

4.3. Estadística descriptiva de la variable Fuerza

En la Tabla 8 se representan los datos obtenidos en la sesión experimental con respecto a la fuerza en cada una de las tres secuencias de la experimentación (F1, F2, F3). Los resultados vienen definidos con su media (en Newton) y desviación estándar (SD), dado que $p > 0,05$ y la variable tiene una distribución normal.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la variable Fuerza

	Grupo I (n=24)			Grupo II (n=28)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Media (\pm SD)	107,37 ($\pm 12,38$)	130,40 ($\pm 26,44$)	104,27 ($\pm 12,28$)	83,67 ($\pm 8,37$)	97,40 ($\pm 13,33$)	84,44 ($\pm 10,01$)
Valor de p	0,80	0,15	0,26	0,81	0,42	0,66

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 8, se encontró que la fuerza realizada en la segunda prueba (F2) aumentó con respecto a F1 y F3 en ambos grupos.

En los sujetos masculinos encontramos un aumento de F2 con respecto a F1 de $23,03\text{N} \pm 22,17$ y un aumento de F2 con respecto a F3 de $26,13\text{N} \pm 24,61$.

Por otro lado, en los sujetos femeninos encontramos un aumento de F2 con respecto a F1 de $13,73\text{N} \pm 10,57$ y un aumento de F2 con respecto a F3 de $12,96\text{N} \pm 11,22$.

4.4. Estadística descriptiva de la variable Tiempo

En la Tabla 9 y 10 se representan los datos obtenidos en la sesión experimental con respecto al Tiempo de mantenimiento en cada una de las tres secuencias de la experimentación (T1, T2, T3). Los resultados vienen definidos con su mediana (en segundos) y rango intercuartílico, ya que la variable no sigue una distribución normal ($p < 0,05$).

Tabla 9 y 10. Estadísticos descriptivos de la variable Tiempo.

	Grupo I (n=24)		
	T1	T2	T3
Mediana a (IQR)	10,20 (10,12 - 10,30)	1,80 (1,45 - 2,17)	10,20 (10,20- 10,30)
Valor de p	0,04	0,01	0,03

	Grupo II (n=28)		
	T1	T2	T3
Mediana a (IQR)	10,20 (10,12 - 10,30)	1,60 (1,40 - 2,47)	10,20 (10,20- 10,30)
Valor de p	0,03	0,00	0,02

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 9 y 10, se encontró que el tiempo de mantenimiento realizado en la segunda prueba (T2) disminuyó con respecto a T1 y T3 en ambos grupos.

En los sujetos masculinos encontramos una disminución de T2 con respecto a T1 y T3 de 8,4 segundos; mientras que en los sujetos femeninos encontramos una disminución de 8,6 segundos.

4.5. Comparaciones estadísticas de las variables

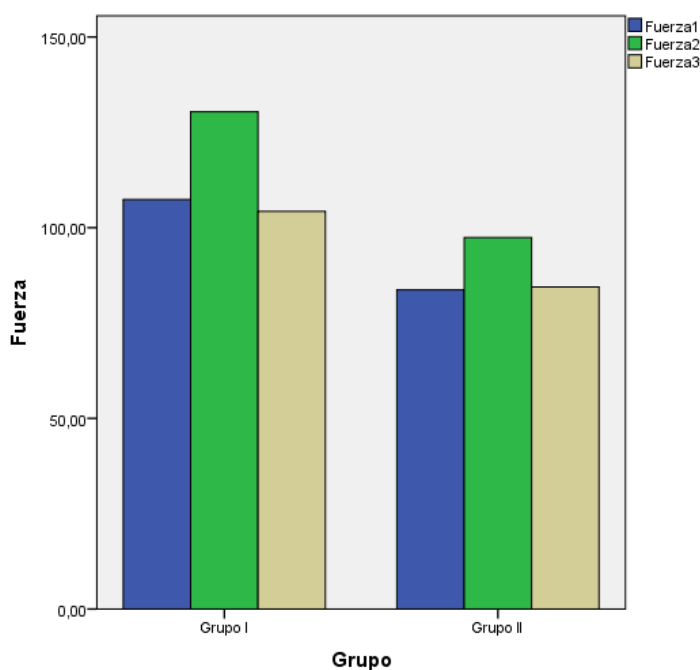
Para la variable de Fuerza se lleva a cabo la prueba estadística **T-Student**, ya que la muestra posee una distribución normal. No obstante, para la variable de Tiempo de mantenimiento se realiza la **Prueba de los rangos con signos de Wilcoxon**, ya que la muestra difiere de la normalidad. Los resultados del valor de p se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores de p para los Grupos I y II.

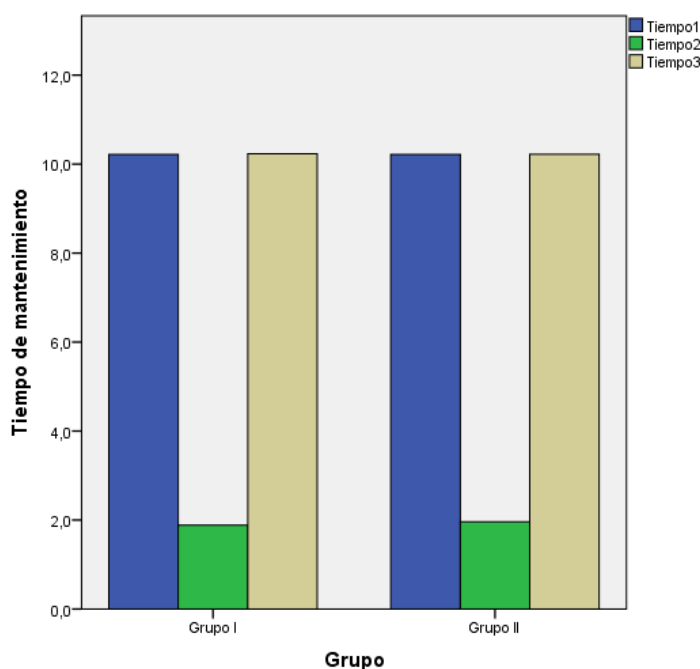
	Grupo I (n=24)			Grupo II (n=28)		
	F1-F2	F2-F3	F1-F3	F1-F2	F2-F3	F1-F3
Valor de p (T-Student)	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,554
	T1-T2	T2-T3	T1-T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3
Valor de p (Wilcoxon)	0,00	0,00	0,607	0,00	0,00	0,879

Por tanto, los valores de p obtenidos indican que no hay una diferencia significativa entre las pruebas 1 y 3 tanto para la fuerza como para el tiempo de mantenimiento (ambas pruebas con estímulos neutros), mientras que en la comparación de una prueba con estímulo neutro y una prueba con estímulo estresante sí que las hay.

Gráfica 1. Comparación de la variable Fuerza en ambos grupos



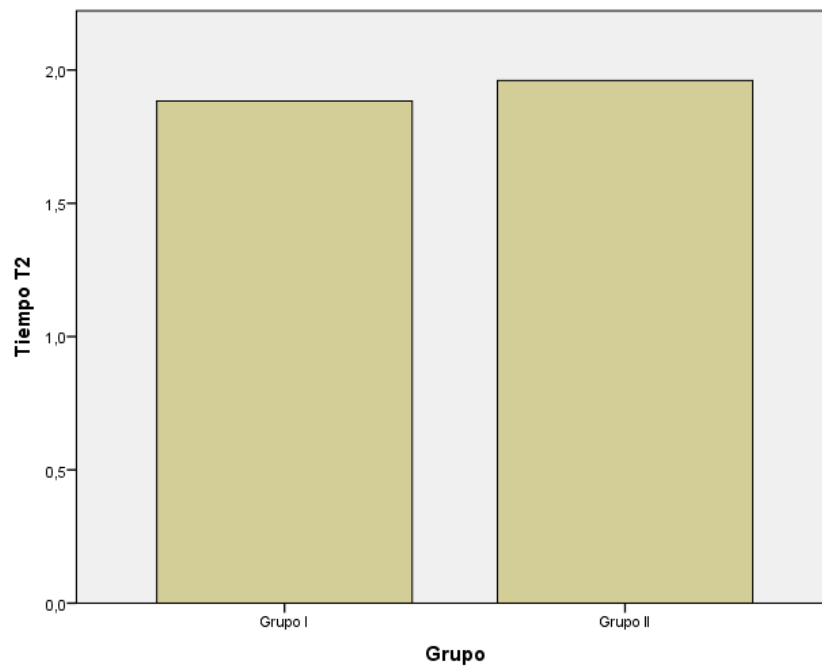
Gráfica 2. Comparación de la variable Tiempo en ambos grupos



Por último, se lleva a cabo el **Test de U de Mann-Whitney** para las variables T2 de ambos grupos. Este test es una prueba estadística que se realiza para comparar dos poblaciones usando muestras independientes, indistintamente de cualquiera que sea el tipo de distribución de la variable (distribución normal o de otro tipo).

El resultado de esta prueba es de una $p = 0,978$; por lo que se puede afirmar que no existen diferencias significativas en el tiempo de mantenimiento T2 entre ambos grupos.

Gráfica 3. Comparación de la variable T2 en ambos grupos



5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio piloto era determinar si los estímulos estresantes agudos provocaban alguna variación en algunos de los parámetros de la fuerza muscular isométrica, concretamente en la fuerza y en el tiempo de mantenimiento.

Por otro lado, el estrés es un problema cada vez más frecuente en la población general (1) (13) (14) (15) que conlleva a un sinnúmero de problemas abordables desde la fisioterapia.

Los resultados de este estudio han demostrado que ante la exposición inmediata de un estímulo estresante agudo (en este caso, mediante la exposición de las imágenes IAPS), los sujetos aumentan la fuerza de contracción y a su vez disminuyen el tiempo de mantenimiento de una isometría.

En relación al aumento de la fuerza de contracción isométrica medida mediante un dinamómetro manual, al comparar los resultados obtenidos entre la prueba 2 (con estímulo estresante) con los resultados de las pruebas 1 y 3 (con estímulos neutros), se observa un aumento de la fuerza de contracción isométrica en ambos grupos para F2.

En los sujetos masculinos (grupo I) encontramos un aumento de F2 con respecto a F1 de 23,03N y un aumento de F2 con respecto a F3 de 26,12N; y en los sujetos femeninos (grupo II) encontramos un aumento de F2 con respecto a F1 de 13,73N y un aumento de F2 con respecto a F3 de 12,96N.

En cuanto a la disminución del tiempo de mantenimiento de la isometría medido también con el dinamómetro manual, se observa una reducción de 8,4 segundos en los sujetos masculinos y una reducción de 8,6 segundos en los sujetos femeninos, o lo que es lo mismo, se observa una disminución del tiempo de mantenimiento de una isometría con una medida de centralización expresada en mediana de 1,8 segundos para el grupo I y 1,6 segundos para el grupo II.

Por tanto se observa un comportamiento similar en la segunda prueba de la experimentación tanto para el aumento de fuerza como para la disminución del tiempo de mantenimiento de una isometría en ambos grupos.

Estos resultados se deben a la interacción entre el mecanismo fisiológico del test muscular y los efectos del estrés en el mismo.

Cualquier información sensorial proveniente del medio ambiente puede interpretarse como amenaza y por tanto producir en los individuos una sensación de miedo o ansiedad. La respuesta a esta sensación, que está modulada por el sistema límbico y la formación reticular, produce una hiperactividad de la motoneurona α con el consiguiente resultado de aumento del tono muscular (41) (49).

Además, la respuesta natural al estrés es la *lucha o huida*, por lo que a corto plazo y en situaciones de estrés, el metabolismo anaeróbico cambia y el organismo envía energía a los músculos para preparar esa lucha o huida en detrimento de las actividades metabólicas de renovación, creación y reparación de tejidos. Es por esto, que ante la exposición inmediata de un estímulo estresante los sujetos aumentan la **fuerza muscular** (41) (49).

Por otro lado, para explicar la disminución del **tiempo de mantenimiento** de una isometría se tiene que abordar las dos principales vías o tractos que conectan con la musculatura: la vía extrapiramidal y la vía corticoespinal.

Gin et al.; Rosner et al.; Schimitt et al. explican en sus estudios de Kinesiología Aplicada que si la vía extrapiramidal queda inhibida por algún estímulo estresante, el sujeto no podrá desarrollar el tono muscular de base y por tanto mantener una determinada posición o isometría (80) (81) (90). Es decir, la disminución del tiempo de mantenimiento de una isometría ocurre por la activación de interneuronas inhibitorias gamma, y no por el reflejo miotático inverso como antes se pensaba (89).

Aunque actualmente no existen estudios que hayan investigado de forma aislada la relación entre estímulos estresantes agudos y cambios en la fuerza y el tiempo de mantenimiento de una fuerza muscular isométrica, los resultados obtenidos se pueden comparar con los de otros autores que han estudiado estímulos estresantes en relación a la Kinesiología Aplicada.

Schwartz et al. llevaron a cabo un estudio a doble ciego donde evaluaron la existencia de diferencias en el test muscular cuando los sujetos sostenían un vial con una solución de agua salina (sustancia esencial para la vida) y cuando sostenían una solución tóxica (considerado como estímulo estresante al ser una sustancia hostil para la vida) (84).

Los resultados mostraron que de 151 sujetos sólo un 53% identificaron el vial tóxico, por lo que el análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre la solución tóxica y la solución salina (84).

Otro estudio parecido fue llevado a cabo por Lüdtke et al. donde se evaluaron las diferencias del test muscular en pacientes con alergia al veneno de avispa clínicamente reconocida, que sostenían frascos con el veneno de avispa y frascos placebo. Los resultados fueron prácticamente los mismos que para el estudio anterior (85).

Por otro lado, Rosner et al. comentan que la lesión y el dolor no son los únicos factores que pueden desencadenar un desequilibrio muscular, es decir, que pueden dar lugar a que un determinado músculo se encuentre débil (80). Travell y Simons explican que una de las características clínicas de un PGM es que provocan debilidad de los músculos implicados (56). No obstante, lo que Rosner et al. argumentan es que ante una determinada lesión y/o dolor, el músculo se va a encontrar débil cuando se realice una prueba muscular puntual, a diferencia de lo que afirman Travell y Simons que ocurre siempre cuando un PGM se encuentra activado y cada vez que se realiza una prueba muscular.

Además, Rosner et al. afirman que los estímulos estresantes agudos o crónicos, el estado emocional, el estilo de vida como el estrés o la fatiga, o algunos elementos nutricionales, también pueden producir este desequilibrio (80)

De esta manera se ha discutido que cuando se quiere evaluar cambios en la función muscular con referente a una prueba nutricional, no basta con que el sujeto sostenga un vial con la sustancia o aplicarla tópicamente, sino que la prueba de la función muscular debe hacerse sólo cuando el sujeto estimule los receptores gustativos u olfativos con la sustancia a probar (80). Esto es así porque de esta forma se estimularían las vías nerviosas implicadas (que siguen sin estar claras) que conllevarían a un cambio en la función muscular.

Dentro del estudio de Rosner et al. se hace referencia a muchos estudios en los que evalúan el cambio en la función muscular cuando el sujeto mantiene en la boca la sustancia a evaluar. No obstante, cabe citar uno de ellos, llevado a cabo por Chambers et al., en el que se ha observado la mejora en el rendimiento del ejercicio cuando los sujetos portaban hidratos de carbono en contra de cuando portaban sacarina (80).

La Kinesiología Aplicada también utiliza en sus tratamientos la terapia de localización. Esto significa que cuando un sujeto se toca un área determinada que está funcionando incorrectamente (por ejemplo un área dolorosa o lesionada), se producen cambios en el test muscular. Es decir, que cuando se toca un área *con estrés*, el test muscular varía (80).

La explicación es que con la terapia de localización se estimulan los mecanorreceptores de bajo umbral de la piel que pueden modular e influyen en la percepción del dolor y en la función muscular. Esto explicaría que los dermatomas se encuentran neurológicamente integrados con los miotomas y con los esclerotomas.

No obstante, aunque faltan muchos estudios que arrojen algo de luz al mecanismo fisiológico, parece ser que la clave se encuentra en que las interneuronas que forman el asta posterior de la médula espinal está dividida en cinco láminas que procesan y modulan la información y si es preciso conectan con centros superiores medulares o cerebrales. La lámina II recibe los mensajes neurológicos procedentes de los órganos mientras que la lámina V los mensajes sensitivos procedentes de los músculos y la piel. Por tanto, debido a las interneuronas que relacionan ambas láminas, los músculos pueden darnos información de los órganos (80).

Noteboom et al. y Christou et al. han llevado sus estudios al campo de cómo los estímulos estresantes, llevados a cabo por descargas eléctricas, cálculos matemáticos, hablar en público, imágenes IAPS, alteran las tareas de precisión y de repetición. La explicación fisiológica es la misma que para el tiempo de mantenimiento de una isometría: *activación de interneuronas inhibitorias gamma*. Es decir, que cuando los sujetos son sometidos a estímulos estresantes agudos, éstos

pueden modular la función de los circuitos espinales subyacentes al rendimiento motor.

Por último, con respecto al objetivo sobre la **validación del dinamómetro digital portátil** (*MicroFET2*), comentar que en la literatura hay por lo menos cinco estudios que también han utilizado un dinamómetro manual para sus investigaciones (80) (82) (83) (84) (87), por lo que el dinamómetro *MicroFET2* puede considerarse un instrumento de medida fácil y cómodo de usar y que proporciona datos fiables y válidos.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los de otros autores en que los estímulos estresantes alteran parámetros de la fuerza muscular isométrica, concretamente la fuerza y el tiempo de mantenimiento.

Ante estos resultados hay que tener en cuenta las **limitaciones** de este estudio: reducido tamaño de la muestra y que la edad comprendida de los sujetos oscilaba entre los 18 y 25 años. Por todo esto, los resultados hallados no pueden extrapolarse a la población general.

Aunque existe mucha evidencia de que el estrés crónico es perjudicial para la salud en muchos aspectos, sobre todo a nivel muscular que es lo que más nos atañe dentro de la fisioterapia, hay escasa o poca evidencia de que el estrés agudo también puede resultar perjudicial y por tanto tener repercusiones a nivel de la musculatura, por lo que es necesario la **realización de más investigaciones** que avalen estos resultados y que comprueben los efectos del estrés agudo en la musculatura a corto plazo.

Si los resultados de este estudio se ratifican en futuras investigaciones y se muestra que el estrés agudo tiene repercusiones en la fuerza y en el tiempo de mantenimiento de una isometría, estos resultados también tendrían repercusiones en nuestros tratamientos y en nuestras valoraciones de fisioterapia (por ejemplo en la realización de algunos test ortopédicos).

Por lo tanto, los fisioterapeutas deberíamos plantearnos ciertos aspectos como realizar las sesiones en un ambiente físico no estresante, teniendo mucho cuidado, por ejemplo, en el decoro y luminosidad, o incluir técnicas de relajación previas para evitar posibles incidencias en las valoraciones y tratamientos.

Esto podría ser otra posible línea futura de investigación en el que se compare dos grupos de sujetos con estrés (agudo y/o crónico) en el que uno recibe técnicas de relajación y el otro no, y ver los resultados en el test muscular.

6.CONCLUSIÓN

6. CONCLUSIÓN

Los estímulos estresantes agudos, en este caso provocados por las Imágenes Afectivas del Sistema Internacional (IAPS), alteran los parámetros de fuerza y tiempo de mantenimiento de una contracción muscular isométrica, en sujetos con un nivel de estrés situado en la normalidad.

La fuerza muscular isométrica máxima aumenta al visualizar una imagen afectiva, de la misma forma que el tiempo de mantenimiento disminuye. Esto ocurre tanto en el grupo masculino como en el femenino y siempre durante la segunda prueba de experimentación. Es decir, antes y después de visualizar la imagen estresante, la fuerza y el tiempo de mantenimiento es el mismo.

Por último, validamos la utilización del dinamómetro digital portátil (*MicroFET2*) en la práctica habitual de fisioterapia, por su facilidad y comodidad de uso en la cuantificación de la fuerza isométrica y porque proporciona datos fiables y válidos.

7.BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Lazarus RS. Estrés y emoción: manejo e implicaciones en nuestra salud. España: Editorial Desclée de Brouwer; 2000.
- (2) López-Ibor Alcocer MI. El estrés en la vida cotidiana. En: López-Ibor Aliño JJ, Gómez Pérez JC, Gutiérrez Fuentes JA, editores. Retos para la psiquiatría y la salud mental en España. Barcelona: Ars Medica; 2003. p. 205-219.
- (3) OMS. Organización Mundial de la Salud [sede web]. 2015; Disponible en: <http://www.who.int/es/>. Consultado enero 2015.
- (4) Lazarus RS, Folkman S. Estrés y procesos cognitivos. Barcelona: Martínez Roca. 1986.
- (5) Rubio Sánchez JL, López Fernández MN. La afectividad. En: Ridruejo Alonso P, Medina León A, Rubio Sánchez JL, coordinadores. Psicología médica. Getafe (Madrid): McGRAW-HILL; 1996. P. 255 – 265.
- (6) Ridruejo Alonso P. El estrés y su afrontamiento. En: Ridruejo Alonso P, Medina León A, Rubio Sánchez JL, coordinadores. Psicología médica. Getafe (Madrid): McGRAW-HILL; 1996. p. 269 – 282.
- (7) Blanco AA. El estrés ambiental. En: Jiménez Burillo F, Aragonés JL, coordinadores. Introducción a la psicología ambiental. Madrid: Alianza Psicología; 1986. p. 229-249.

(8) Mcgrath JE. A conceptual formulation for research on stress. En: Macgrath JE, editor. Social and psychological factors in stress. Nueva York: Holt Rinehart and Winston; 1970. p. 10-21.

(9) Halabe Cherem J, Saita Kamino O. Temas de medicina interna. Tomo I, II, III y IV: estrés y manifestaciones clínicas. [Libro en internet]. Colombia. McGraw-Hill Interamericana; 2011 [acceso 25 de enero de 2015]. Disponible en: <http://uah.summon.serialssolutions.com/search?s.fvf%5B%5D=ContentType%2CNews+Article%2C&s.q=estres+y+manifestaciones+clinicas>.

(10) Guyton AC. Anatomía y fisiología del sistema nervioso: Neurociencia básica. 2ª ed. Buenos aires: Editorial Médica Panamericana. 1994.

(11) Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO. Looking at pictures: Affective, facial, visceral and behavioral reactions. Psychophysiology. 1993; 30 (3): 261-273.

(12) Seyle H. Stress without distress. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 1974.

(13) American Psychiatric Association. DSM-IV-TR manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Barcelona: Masson. 2002.

(14) Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés (SEAS) [sede web]. Madrid: Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid; 2008 [actualización 07/02/2014; acceso 26/01/2015]. De Dongil Collado E. Trastorno por estrés postraumático. Disponible en:

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/seas/comision/tep/tep/index.htm>.

(15) Haro JM, Palacín C, Vilagut G, Martínez M, Bernal M, Luque I, et al. Prevalencia de los trastornos mentales y factores asociados: resultados del estudio ESEMeD-

España [Prevalence of mental disorders and associated factors: results from the ESEMeD-Spain study]. *Med Clin (Barc)*. 2006. 126: 445-51.

(16) Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol*. 2009; 5 (7): 374 – 381.

(17) Martínez Lavín M. Biology and therapy of fibromyalgia. Stress, the stress response system, and fibromyalgia. *Arthritis Res Ther*. 2007; 9 (4): 216.

(18) Martínez Martínez LA, Mora T, Vargas A, Fuentes Iniestra M, Martínez Lavín M. Sympathetic nervous system dysfunction in fibromyalgia, chronic fatigue syndrome, irritable bowel syndrome, and interstitial cystitis: a review of case-control studies. *J Clin Rheumatol*. 2014; 20 (3): 146 – 150.

(19) Álvarez González MA. Estrés, un enfoque integral. La Habana: Editorial Científico técnica. 2000

(20) Segerstrom SC, Miller GE. Psychological stress and the human immune system: a meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychol Bull*. 2004; 130 (4): 601 – 630.

(21) Moreno Smith M, Lutgendorf SK, Sood AK. Impact of stress on cancer metastasis. *Future Oncology*. 2010; 6 (12):1863 – 1881.

(22) Petzke F, Clauw DJ. Sympathetic nervous system function in fibromyalgia. *Curr Rheumatol Rep*. 2000; 2 (2): 116 – 123.

(23) Paula Soares A, Pinheiro A, Costa A, Frade C, Comesaña M, Pureza R. Adaptation of the International Affective Picture System (IAPS) for European Portuguese. *Behav Res Methods*. 2014.

- (24) Jayaro C, de la Vega I, Díaz-Marsá M, Montes A, Carrasco JL. The use of the International Affective Picture System for the study of affective dysregulation in mental disorders. *Actas Esp Psiquiatr*. 2008; 36 (3): 177-182.
- (25) Moltó J, Montañés S, Poy R, Segarra P, Pastor MC, Tormo MP, *et al*. Un Nuevo Método para el Estudio Experimental de las Emociones: el “Internacional Affective Picture System” (IAPS). Adaptación Española. *Rev Psicol Gen Apl*. 1999; 52 (1): 55-87.
- (26) Vila J, Sánchez M, Ramírez I, Fernández MC, Cobos P, Rodríguez S, *et al*. El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS): Adaptacion Española. Segunda parte. *Rev Psicol Gen Apl*. 2001; 54 (4): 635–657.
- (27) Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings. NIMH Center for the study of Emotion and Attention. 1995 - 2008.
- (28) Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. University of Florida. 2008
- (29) Cuthbert BN, Bradley MM, Lang PJ. Probing pictures perception: activation and emotion. *Psychophysiology*. 1996; 33: 103 – 11.
- (30) University of Florida. The center for the study of emotion and attention [sede web]. Gainesville, Florida: Bradley MM; [actualizada el 17 de febrero de 2014]. <http://csea.phhp.ufl.edu/media.html>.

- (31) Brown R, Macefield VG. Skin sympathetic nerve activity in humans during exposure to emotionally-charged images: sex differences. *Front Physiol.* 2014; 5: 111.
- (32) Tommaso de M, Calabrese M, Vecchio E, De Vito Francesco V, Lancioni G, Livrea P. Effects of affective pictures on pain sensitivity and cortical responses induced by laser stimuli in healthy subjects and migraine patients. 2009; 74 (2): 139 – 148.
- (33) Geuze E, Reijnen A, Cuijpers P, Rademaker A. Multi-moment non-invasive neurostimulation -a controlled study of a new treatment for depression. *Tijdschr Psychiatr.* 2015; 57 (1): 8-15.
- (34) de Wied M, Verbaten MN. Affective pictures processing, attention, and pain tolerance. *Pain.* 2001; 90 (1-2): 163 – 172.
- (35) Tse MM, Pun SP, Benzie IF. Affective images: relieving chronic pain and enhancing quality of life for older persons. 2005; 8 (5): 571 – 579.
- (36) Monod H, Flandrois R. Manual de fisiología del deporte bases fisiológicas de las actividades físicas y deportivas. Barcelona: Masson; 1986.
- (37) López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
- (38) Thibodeau GA, Patton KT. Anatomía y fisiología. 6ª ed. Madrid: Elsevier; 2007.
- (39) Merí Vived A. Fundamentos de fisiología de la actividad física y del deporte. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005.

- (40) Fox SI. Fisiología humana. 13ª ed. México: McGraw-Hill; 2014.
- (41) Silverthorn. Fisiología Humana. Un enfoque integrado. 4ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2009.
- (42) Cano-de la Cuerda R, Águila Maturana AM, Macías Jiménez AI. Valoración manual de la fuerza muscular frente a una dinamometría instrumental. Rehabilitación. 2008; 42 (5): 260 – 261.
- (43) Viladot Voegeli A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2000.
- (44) Soage Molanes S. Fisioterapia en las lesiones óseas y articulares. En: VII Jornadas Nacionales de Fisioterapia en el Deporte. La Coruña: Universidad de la Coruña; 1999. p. 31 – 40.
- (45) Chinnery PF. Muscle diseases. En: Goldman L, Schafer AI. Goldman's Cecil Medicine. 24ª ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011. p. 2409 – 2416.
- (46) Hislop HJ, Montgomery J. Daniels & Worthingham. Técnicas de balance muscular. 7ª ed. Madrid: Elsevier; 2003.
- (47) Bompa TO. Periodización: teoría y metodología del entrenamiento. 3ª ed. Barcelona: Hispano Europea. 2013.
- (48) Weinberg RS, Gould D. Fundamentos de Psicología del Deporte y del Ejercicio Físico. 4ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2010.

(49) Mezquita C. Fisiología médica del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico. Madrid: Médica Panamericana; 2011.

(50) Snell RS. Neuroanatomía clínica. 7ª ed. rev. Barcelona: Wolters Kluwer; 2014.

(51) Eijkelhof BH, Huysmans MA, Bruno Garza JL, Blatter BM, van Diën JH, Dennerlein JT et al. The effects of workplace stressors on muscle activity in the neck-shoulder and forearm muscles during computer work: a systematic review and meta-analysis. Eur J Appl Physiol. 2013; 113 (12): 2897 – 2912.

(52) Shahibi B, Haight A, Maluf K. Differential effects of mental concentration and acute psychosocial stress on cervical muscle activity and posture. J Electromyogr Kinesiol. 2013; 23 (5): 1082 – 1089

(53) Hoyle JA, Marras WS, Sheedy JE, Hart DE. Effects of postural and visual stressors on myofascial trigger point development and motor unit rotation during computer work. J Electromyogr Kinesiol. 2011; 21 (1): 41 – 48.

(54) Krantz G, Forsman M, Lundberg U. Consistency in physiological stress responses and electromyographic activity during induced stress exposure in women and men. Integr Physiol Behav Sci. 2004; 39 (2): 105 – 118.

(55) Lundberg U, Forsman M, Zachau G, Eklöf M, Palmerud G, Melin B et al. Effects of experimentally induced mental and physical stress on motor unit recruitment in the trapezius muscle. Work & Stress: An International Journal of Work. 2002; 16 (2): 166 – 178.

(56) Travell J, Simons D, Simons L. Dolor y disfunción miofascial: El manual de los puntos gatillo. Volumen 1. 2º ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2002.

- (57) Larsman P, Thorn S, Sjøgaard K, Sandsjö L, Sjøgaard G, Kadefors R. Work related perceived stress and muscle activity during standardized computer work among female computer users. *Work*. 2009; 32 (2): 189 – 199.
- (58) Thorn S, Sjøgaard K, Kallenberg LA, Sandsjö L, Sjøgaard G, Hermens HJ et al. Trapezius muscle rest time during standardized computer work – a comparison of female computer users with and without self – reported neck/shoulder complaints. *J electromyogr Kinesiol*. 2007; 17 (4): 420 – 427.
- (59) Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. Upper trapezius muscle activation patterns in neck-shoulder pain patients and healthy controls. *Eur J Appl Physiol*. 2007; 102 (1): 1 – 9.
- (60) Flodgren GM, Crenshaw AG, Gref M, Fahlstrom M. Changes in interstitial noradrenaline, trapezius muscle activity and oxygen saturation during low-load work and recovery. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 107 (1): 31 – 42.
- (61) Schleifer LM, Spalding TW, Kerick SE, Cram JR, Ley R, et al. Mental stress and trapezius muscle activation under psychomotor challenge: a focus on EMG gaps during computer work. *Psychophysiology*. 2008; 45 (3): 356 – 365.
- (62) Wahlstrom J, Lindegard A, Ahlborg G Jr., Ekman A, Hagberg M. Perceived muscular tension, emotional stress, psychological demands and physical load during VDU work. *Int Arch Occup Environ Health*. 2003; 76 (8): 584 – 590.
- (63) Wahlstrom J, Hagberg M, Johnson PW, Svensson J, Rempel D. Influence of time pressure and verbal provocation on physiological and psychological reactions during work with a computer mouse. *Eur J Appl Physiol*. 2002; 87 (3): 257 – 263.

- (64) Laursen B, Jensen BR, Garde AH, Jorgensen AH. Effect of mental and physical demands on muscular activity during the use of a computer mouse and a keyboard. *Scand J Work Environ Health*. 2002; 28 (4): 215–221.
- (65) Blangsted AK, Sogaard K, Christensen H, Sjogaard G. The effect of physical and psychosocial loads on the trapezius muscle activity during computer keying tasks and rest periods. *Eur J Appl Physiol*. 2004; 91 (2-3): 253 – 258.
- (66) Noteboom JT, Barnholt KR, Enoka RM. Activation of the arousal response and impairment of performance increase with anxiety and stressor intensity. *J Appl Physiol*. 2001; 91 (5): 2093 – 2101.
- (67) Noteboom JT, Fleshner M, Enoka RM. Activation of the arousal response can impair performance on a simple motor task. *J Appl Physiol*. 2001; 91 (2): 821 – 831.
- (68) Christou EA, Jakobi JM, Critchlow A, Fleshner M, Enoka RM. The 1- to 2-Hz oscillations in muscle force are exacerbated by stress, especially in older adults. *J Appl Physiol*. 2004; 97 (1): 225 – 235.
- (69) Christou EA. Visual feedback attenuates force fluctuations induced by a stressor. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37 (12): 2126 – 2133.
- (70) D’Attilio M, Rodolfo D, Abate M, Festa F, Merla A. Effects of affective picture viewing on postural control in healthy male subjects. *Cranio*. 2013; 31 (3): 202 – 210.
- (71) Hillman CH, Rosengren KS, Smith DP. Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing. *Biol Psychol*. 2004; 66 (1): 51 – 62.

(72) Yoon T, Keller ML, De-Lap BS, Harkins A, Lepers R, Hunter SK. Sex differences in response to cognitive stress during a fatiguing contraction. J Appl Physiol. 2009; 107 (5): 1486 – 1496.

(73) Passatore M, Roatta S. Influence of sympathetic nervous system on sensorimotor function: whiplash associated disorders (WAD) as a model. Eur J Appl Physiol. 2006; 98 (5): 423 – 449.

(74) Payne RA. Técnicas de relajación: guía práctica. 4ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.

(75) Fisioterapia Online [sede web]. Bilbao: Juan Lan; 2015 [actualización 15/07/2013; acceso 27/04/2015]. Aprende a relajarte. Disponible en: <http://www.fisioterapia-online.com/articulos/aprende-relajarte>.

(76) Valentine T, Valentine C. Kinesiología aplicada: método rápido y seguro para la salud. Madrid: Edaf; 1986.

(77) Parker L. Guía fácil de Kinesiología. Barcelona: Robinbook; 1997.

(78) Hegedus EJ, Goode AP, Cook CE, Michener L, Myer CA, Myer DM et al. Which physical examination tests provide clinicians with the most value when examining the shoulder? Update of a systematic review with meta-analysis of individual tests. Br J Sports Med. 2012; 46 (14): 964 – 978.

(79) Hegedus EJ, Goode AP, Campbell S, Morin A, Tamaddoni M, Cook C et al. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review with meta-analysis of individual tests. Br J Sports Med. 2008; 42 (2): 80 – 92.

- (80) Rosner AL, Cuthbert SC. Applied kinesiology: distinctions in its definition and interpretation. *J Bodyw Mov Ther.* 2012; 16 (4): 464 – 487.
- (81) Schmitt WH Jr, Yanuck SF. Expanding the neurological examination using functional neurologic assessment: part II neurologic basic of applied kinesiology. *Int J Neurosci.* 1999; 97 (1-2): 77 – 108.
- (82) Conable KM, Rosner AL. A narrative review of a manual muscle testing and implications for muscle testing research. *J Chiropr Med.* 2011; 10 (3): 157 – 165.
- (83) Conable KM. Intraexaminer comparison of applied kinesiology manual muscle testing of varying durations: a pilot study. *J Chiropr Med.* 2010; 9 (1): 3 – 10.
- (84) Schwartz SA, Utts J, Spottiswoode SJ, Shade CW, Tully W, Morris WF et al. A double-blind, randomized study to assess the validity of applied kinesiology (AK) as a diagnostic tool and a nonlocal proximity effect. *Explore (NY).* 2014; 10 (2): 99 – 108.
- (85) Lüdtke R, Kunz B, Seeber N, Ring J. Test-retest-reliability and validity of the Kinesiology muscle test. *Complement Ther Med.* 2001; 9 (3): 141 – 145.
- (86) Haas M, Cooperstain R, Peterson D. Disentangling manual muscle testing and Applied Kinesiology: critique and reinterpretation of a literature review. *Chiropr Osteopat.* 2007; 15 (11).
- (87) Cuthbert SC, Goodheart GJ Jr. On the reliability and validity of manual muscle testing: a literature review. *Chiropr Osteopat.* 2007; 15 (4).

- (88) Conable K, Corneal J, Hambrick T, Marquina N, Zhang J. Electromyogram and force patterns in variably time manual muscle testing of the middle deltoid muscle. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006; 29 (4): 305 – 314.
- (89) Janda V. Muscles, central nervous motor regulation and back problems. *Neurobiologic mechanisms in manipulative therapy* New York. 1978; 27 – 41.
- (90) Gin RH, Green BN. George Goodheart, Jr., D.C., and a history of applied kinesiology. *J Manipulative Physiol Ther.* 1997; 20 (5): 331 – 337.
- (91) Segundo Congreso Internacional de Kinesiología en España; 1 – 4 de Noviembre de 2012. Barcelona: Vida Kinesiología; 2011.
- (92) Fonseca Pedrero E, Paino M, Lemos Giráldez S, Muñiz J. Propiedades psicométricas de la Depression Anxiety and Stress Scales-21 (DASS-21) en universitarios españoles. *Ansiedad y Estrés.* 2010; 16: 215 – 226.
- (93) Bados A, Solanas A, Andrés R. Psychometric properties of the Spanish version of Depression, Anxiety and Stress Scales (DASS). *Psicothema.* 2005; 17 (4): 679 – 683.
- (94) Fonseca Pedrero E, Paino M, Sierra Baigrie S, Lemos Giráldez S, Muñiz J. Propiedades psicométricas del “Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo” (STAI) en universitarios. *Psicología Conductual.* 2012; 20 (3): 547 – 561.
- (95) Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. STAI. Cuestionario de ansiedad estado-rasgo. 7ª ed. Madrid: TEA; 2008.

- (96) Bobes García J, García Portilla MP, Bascarán Fernández MT, Sáiz Martínez PA, Bousoño García M. Banco de instrumentos básicos para la práctica de la psiquiatría clínica. 3ª ed. Barcelona: Ars Médica; 2004.
- (97) Vrijens J. Entrenamiento razonado del deportista. Barcelona: INDE Publicaciones; 2006.
- (98) Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs. 3ª ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
- (99) Peterson Kendall F, Kendall Maccreeary E, Geise Provance P. Kendall's músculos – pruebas, funciones y dolor postural. 5ª ed. Madrid: Editorial Marban; 2008.
- (100) Kapandji AI. Fisiología articular. Tomo 1. 6ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.

8.ANEXOS

8. ANEXOS

Anexo I: Hoja de información para el paciente y Consentimiento informado

HOJA INFORMATIVA PARA EL PACIENTE

Título del estudio: Estrés y variaciones en la fuerza muscular isométrica en el adulto sano. Estudio piloto.

Centro: Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Alcalá.

Datos de los investigadores implicados

Andy Javier Lucas Quiroz (Autor del Trabajo Fin de Grado).

Me pongo en contacto con usted para informarle sobre el estudio en el que se le invita a participar. Mi intención es que reciba la información necesaria para que pueda decidir si desea o no participar. Le ruego que lea la siguiente información y que, en caso de duda, realice las preguntas necesarias para su total entendimiento.

Objetivo del estudio

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo comprobar el efecto que tienen los estímulos estresantes (imágenes en este caso) en la fuerza muscular, concretamente en la fuerza muscular isométrica.

Participación voluntaria

Su participación en el estudio es totalmente voluntaria. Puede decidir si participar o no, y en caso de participar, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento.

Desarrollo del estudio

El autor de dicho trabajo explicará el procedimiento a seguir en el estudio en una primera sesión o sesión de captación. En caso de participar en el estudio, se concertará una segunda sesión donde se hará entrega del consentimiento informado que se ha de firmar, se facilitará una hoja para la recogida de datos, tras la cual, si cumple usted con los criterios de inclusión y exclusión, se llevará a cabo la tercera sesión. La tercera sesión será la sesión experimental propiamente dicha y en la cual se llevará a cabo una charla informativa sobre los tipos de fuerzas musculares y la fuerza que vamos a emplear en el estudio, además de una sesión de calentamiento. Posteriormente se someterá a una prueba de fuerza para el miembro superior, mientras se visualizan una serie de imágenes.

Riesgos y/o molestias

No hay registrados efectos secundarios adversos ni riesgos en la correcta aplicación de la prueba de fuerza isométrica, siempre y cuando cumpla los criterios de inclusión establecidos para el estudio y usted no posea ninguna de las situaciones consideradas como contraindicaciones, explicadas por el autor.

Recogida de datos

Se recogerán datos personales (nombre y apellidos, fecha de nacimiento, teléfono, correo electrónico) y datos clínicos relevantes para el estudio (antecedentes de patología de hombro).

Confidencialidad de sus datos

Todos sus datos serán tratados con confidencialidad, estando obligado el investigador por el deber de secreto profesional. También podrá tener acceso a sus datos personales la Tutora que guía el estudio. Por otra parte, de acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) 15/1999, debe saber que usted tiene

derecho a acceder a sus datos, a oponerse a que se recojan todos o parte de ellos, a rectificarlos y/o a cancelarlos.

Abandono del estudio

Usted puede abandonar el estudio en cualquier momento, ya que su participación es totalmente voluntaria. Simplemente deberá firmar la revocación del consentimiento informado. En el caso de que desee retirarse del estudio, se ruega que se lo comunique al investigador responsable del estudio.

Consentimiento Informado

“Estrés y variaciones en la fuerza muscular isométrica en el adulto sano. Estudio piloto”.

D/Dña. (nombre y apellidos).....,

- habiendo leído la hoja informativa que me ha sido entregada,
- habiendo tenido la oportunidad de preguntar mis dudas sobre el estudio al autor del Trabajo Fin de Grado: Andy Javier Lucas Quiroz y recibiendo respuestas satisfactorias y,
- habiendo recibido suficiente información sobre el estudio y comprendiendo en qué consiste,

participo en el mismo:

1. comprendiendo que mi participación es voluntaria y puedo abandonar el mismo en cualquier momento y sin tener que dar explicaciones,
2. comprendiendo que mis datos serán tratados de manera confidencial,
3. declaro haber facilitado de manera leal y verdadera los datos pertenecientes a las escalas y cuestionarios que he rellenado, de tal forma que nada pudiera afectar al estudio que se me va a realizar.

Presto mi conformidad, libre, voluntaria y consciente, para participar en el estudio *“Estrés y variaciones en la fuerza muscular isométrica en el adulto sano. Estudio piloto”*, y doy mi consentimiento informado para el acceso y utilización de los datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

En Madrid, a.....de.....de 2015.

Firma del participante:

Firma del investigador:

Revocación Del Consentimiento Informado

Yo (Nombre y apellidos)

.....

Declaro que quiero abandonar el estudio “*Estrés y variaciones en la fuerza muscular isométrica en el adulto sano. Estudio piloto*” de forma voluntaria.

Fecha y firma del participante:

Fecha y firma de la investigadora:

Anexo II: Hoja de recogida de datos

HOJA INFORMATIVA PARA EL PACIENTE

Fecha: ____/____/____

DATOS PERSONALES

Nombre:.....

Apellidos:.....

Sexo:.....

Fecha de nacimiento y Edad:.....

Número de contacto:.....

Email:.....

DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Peso:..... Altura:.....

OTROS DATOS

Mano dominante:.....

Profesión y curso académico:.....

A continuación se le realizarán una serie de preguntas que debe responder con la afirmación que se ajuste más a su situación, subraye su respuesta. Muchas gracias por su colaboración.

- ¿Ha tenido algún dolor o patología de hombro de la mano dominante?

SÍ

NO

¿Cuáles?.....

- ¿Actualmente tiene algún dolor o patología de la mano dominante?

SÍ

NO

¿Cuáles?.....

- ¿Realiza movimientos repetitivos durante la jornada laboral/estudiantil?

SÍ

NO

¿Cuáles?.....

- Mantenimiento de posturas estáticas forzadas (Ej. Brazos por delante del tronco, mucho tiempo frente al ordenador, etc.)

SÍ

NO

¿Cuáles?.....

- ¿Considera actualmente que tiene algún tipo de estrés, ansiedad o depresión?

SÍ

NO

- ¿A qué cree que puede deberse? (elección múltiple)

Estudios Trabajo Situación familiar Otros.....

- ¿Ha padecido alguna vez de estrés, ansiedad o depresión?

SÍ

NO

¿Qué?.....

- ¿Alguna enfermedad importante a tener en cuenta?

SÍ

NO

¿Cuál?.....

Anexo III: Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés en su versión española de 21 ítems (DASS-21)

Test Depresión Ansiedad Estrés

Por favor, lea cada una de las siguientes frases y marque con una X la casilla del número 0, 1, 2 o 3 que mejor indique en qué medida cada frase ha sido aplicable a usted durante los últimos 7 días. No hay respuestas correctas ni incorrectas. No emplee mucho tiempo en cada frase. La escala de valoración es como sigue:

- 0 = Nada aplicable a mí
- 1 = Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo
- 2 = Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo
- 3 = Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo

1. Me ha costado mucho descargar la tensión

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

2. He notado la boca seca

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

3. No he podido sentir ninguna emoción positiva

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

4. He tenido dificultades para respirar (p.ej., respiración excesivamente rápida, falta de aliento sin haber hecho esfuerzo físico)

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

5. Me ha resultado difícil tener iniciativa para hacer cosas

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

6. He tendido a reaccionar exageradamente ante las situaciones

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

7. He tenido temblores (p.ej., en las manos)

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

8. He sentido que estaba gastando una gran cantidad de energía

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

9. He estado preocupado/a por situaciones en las que pudiera ser presa del pánico y hacer el ridículo

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

10. He sentido que no había nada que me ilusionara

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

11. Me he sentido agitado/a

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

12. Me ha resultado difícil relajarme

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

13. Me he sentido desanimado/a y triste

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

14. No he tolerado nada que me impidiera seguir con lo que estaba haciendo

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

15. He sentido que estaba al borde del pánico

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.

	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

16. He sido incapaz de entusiasmarme por nada

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

17. He sentido que no valía mucho como persona

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

18. He tendido a sentirme enfadado/a con facilidad

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

19. He notado mi corazón sin hacer esfuerzo físico (p.ej., aumento del ritmo cardíaco, ausencia de algún latido)

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

20. Me he sentido asustado/a sin una razón de peso

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

21. He sentido que la vida no tenía ningún sentido

	0 Nada aplicable a mí.
	1 Aplicable a mí en algún grado, o una pequeña parte del tiempo.
	2 Aplicable a mí en un grado considerable, o una buena parte del tiempo.
	3 Muy aplicable a mí, o aplicable la mayor parte del tiempo.

Anexo IV: Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI)

Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI)

A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la puntuación 0 a 3 que indique mejor cómo se SIENTE UD. AHORA MISMO, en este momento. No hay respuestas buenas ni malas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y conteste señalando la respuesta que mejor describa su situación presente.

La escala de valoración es como sigue:

- 0 = Nada
- 1 = Algo
- 2 = Bastante
- 3 = Mucho

Ansiedad-Estado

	1. Me siento calmado/a
	2. Me siento seguro/a
	3. Estoy tenso/a
	4. Estoy contrariado/a
	5. Me siento cómodo/a (Estoy a gusto)
	6. Me siento alterado/a
	7. Estoy preocupado/a ahora por posibles desgracias futuras
	8. Me siento descansado/a
	9. Me siento angustiado/a
	10. Me siento confortable
	11. Tengo confianza en mí mismo
	12. Me siento nervioso/a

	13. Estoy desasosegado/a (agitado/a, inquieto/a)
	14. Me siento muy “atado/a” (Como oprimido/a)
	15. Estoy relajado/a
	16. Me siento satisfecho/a
	17. Estoy preocupado/a
	18. Me siento aturdido/a y sobreexcitado/a
	19. Me siento alegre
	20. En este momento me siento bien

Compruebe si ha contestado a todas las frases con una sola respuesta.

Ahora, pase la hoja y lea las instrucciones antes de comenzar a contestar las frases.

A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la puntuación 0 a 3 que indique mejor cómo se SIENTE UD. EN GENERAL, en la mayoría de las ocasiones. No hay respuestas buenas ni malas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y conteste señalando la respuesta que mejor describa su situación presente.

La escala de valoración es como sigue:

- 0 = Casi nunca
- 1 = A veces
- 2 = A menudo
- 3 = Casi siempre

Ansiedad-Rasgo

	21. Me siento calmado/a
	22. Me canso rápidamente
	23. Siento ganas de llorar
	24. Me gustaría ser feliz como otros
	25. Pierdo oportunidades por no decidirme pronto
	26. Me siento descansado/a
	27. Soy una persona tranquila, serena y sosegada
	28. Veo que las dificultades se amontonan y no puedo con ellas
	29. Me preocupo demasiado por cosas sin importancia
	30. Soy feliz
	31. Suelo tomarme las cosas demasiado seriamente
	32. Me falta confianza en mí mismo
	33. Me siento seguro/a
	34. No suelo afrontar crisis o dificultades
	35. Me siento triste (melancólico/a)
	36. Estoy satisfecho/a
	37. Me rondan y me molestan pensamientos sin importancia
	38. Me afectan tanto los desengaños que no puedo olvidarlos
	39. Soy una persona estable

40. Cuando pienso sobre asuntos y preocupaciones actuales, me pongo tenso/a y agitado/a

Compruebe si ha contestado a todas las frases con una sola respuesta.

Gracias por rellenar el cuestionario.

Anexo V: Técnica de relajación muscular progresiva de Jacobson

Relajación muscular progresiva

La posición de inicio será tumbado boca arriba o sentado en una silla, lo más cómodo posible, con la espalda bien apoyada en respaldo, la cabeza recta, evitando que se incline hacia algún lado, los pies bien apoyados en el suelo y sin cruzar las piernas, y las manos descansan sobre los muslos.

Primero se enseña cómo se tensan y se relajan los grupos musculares que intervienen. La tensión se mantiene de 15 a 30 segundos y siempre provocando la máxima tensión pero sin llegar a hacerse daño. Cuando se relajan los músculos se hace de forma lenta, dejándolos lo más sueltos y flojos posibles durante un tiempo mucho más largo (de 15 segundos como mínimo).

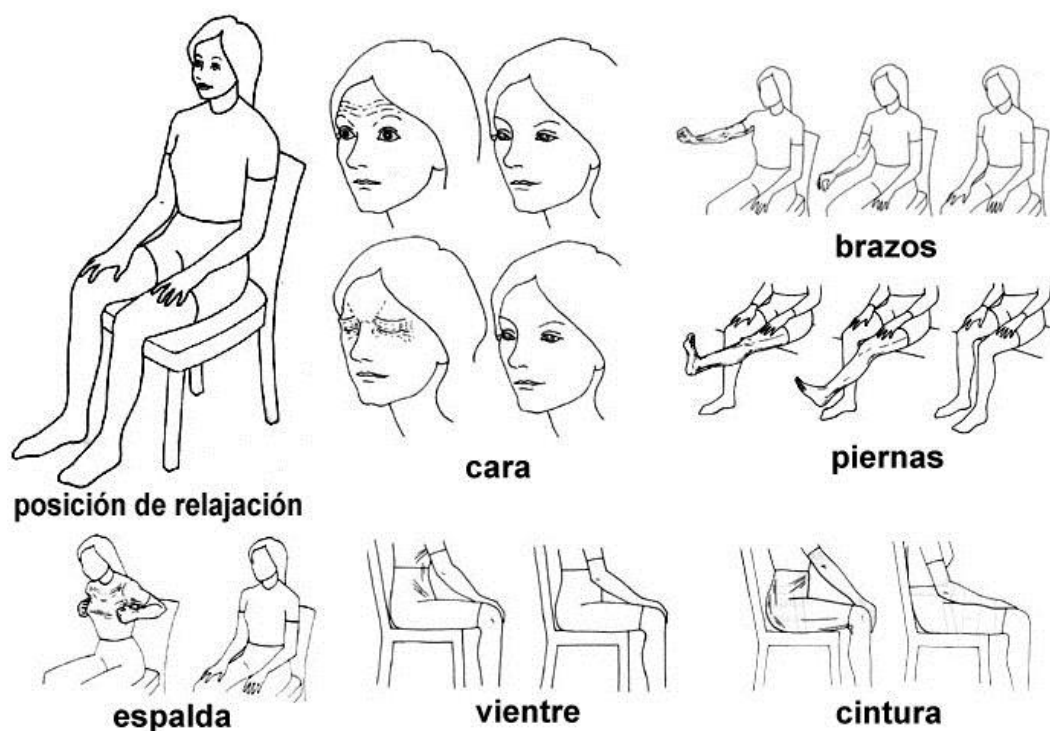
Se trabajan diferentes partes del cuerpo y sus músculos. Al inicio de las sesiones, antes de empezar la técnica, los sujetos deben sentarse de forma cómoda y relajada, y realizar dos respiraciones profundas. Para trabajar los músculos seguirá el siguiente orden (siempre se empieza por la parte dominante):

- **Mano, antebrazo y brazo dominante:** extender el brazo, cerrar el puño y doblar el brazo hacia el pecho (sin llegar a tocarlo) y apretar fuerte el puño, el antebrazo, todo el brazo hasta el hombro. Se hacen indicaciones al sujeto para que vaya centrándose en las sensaciones de tensión. Posteriormente se le pide que deje caer el brazo de golpe sobre el muslo dejándolo lo más suelto posible, a la vez que se va centrando en las sensaciones asociadas a la relajación.
- **Mano, antebrazo y brazo no dominante:** mismas instrucciones que para el brazo dominante. Después se realiza la técnica con los dos brazos a la vez.
- **Cara.** La dividimos en 3 partes:
 - **Frente:** arrugando la frente, llevando las cejas hacia arriba, sintiendo la tensión en la frente y en el cuero cabelludo. Para relajar, soltar

despacio la frente notando como se relaja, llevando las cejas hacia abajo.

- **Ojos, nariz y parte superior de las mejillas:** cerrar los ojos apretando fuerte a la vez que se arruga la nariz, como si oliera mal. Disminuir la tensión lentamente.
- **Mandíbula:** la tensión se provoca apretando los dientes o encajando la mandíbula inferior. Para soltar dejar la mandíbula suelta, caída y los labios ligeramente entreabiertos.
- **Cuello:** para tensarlo, empujar la barbilla hacia abajo evitando tocar el pecho. Para relajarlo dejar el cuello lo más suelto y flojo posible volviéndolo a su posición inicial.
- **Hombros, pecho y espalda:** para provocar la tensión se le indica al sujeto que se incorpore hacia delante en la silla, llevando los hombros hacia detrás e intentando juntar las paletillas. Para relajarlos, volvemos a la posición de relajación y dejamos los hombros caídos y la espalda floja.
- **Músculos del abdomen:** para tensarlos poner el estómago duro, apretando hacia dentro, como si nos fueran a pegar en él. Para relajarlo dejar hinchando el abdomen.
- **Pierna y pie dominante:** la tensión se provoca levantando la pierna, bloqueando la rodilla y colocando el pie en un ángulo de 90° con los dedos estirados y juntos. Cuando relajemos la pierna vuelve a su posición inicial.
- **Pierna y pie no dominante:** mismas instrucciones que el punto anterior. Seguidamente se vuelve a realizar el procedimiento con las dos piernas al mismo tiempo.

El terapeuta le pide al sujeto que centre su atención en el grupo muscular objeto de tensión. Cuando el terapeuta lo indique, se tensa el grupo muscular, manteniéndose tenso hasta que se indique “relajación”. Es importante insistir en cómo se tensan los músculos y cómo se relajan, en las sensaciones asociadas a la tensión y a la relajación y en que vayan notando la diferencia entre estar tenso y estar relajado. Posteriormente, se da un repaso a todos los grupos musculares, siguiendo la misma secuencia, para asegurar una relajación profunda. Para ello se le pide al sujeto que centre su atención en el grupo muscular intentando identificar si queda algo de tensión, y posteriormente se le pide que lo vaya dejando más suelto y más profundamente relajado. Para terminar, se les dejará a los participantes unos 2 minutos silencio disfrutando de la sensación de relajación completa. Después, para terminar la relajación, se le pide que vayan poco a poco moviendo las manos y los brazos, luego las piernas, la cabeza, el cuello, que se mueva en la silla y por último que abra los ojos. El terapeuta tendrá que ir aumentando poco a poco el volumen de voz acompañando la activación.



**Grupos musculares correspondientes al entrenamiento básico propuesto por
Bernstein y Borkovec (1973)**

1. Mano, antebrazo y brazo dominante.
2. Bíceps dominante
3. Mano y antebrazo no dominante
4. Bíceps no dominante
5. Frente
6. Parte superior de las mejillas y nariz
7. Parte inferior de las mejillas y mandíbula
8. Cuello y garganta
9. Pecho, hombros y parte superior de la espalda
10. Región abdominal
11. Muslo dominante
12. Pantorrilla dominante
13. Pie dominante
14. Muslo no dominante
15. Pantorrilla no dominante
16. Pie no dominante

Grupos musculares correspondientes al entrenamiento intermedio propuesto por Bernstein y Borkovec (1973)

1. Mano y brazo dominante
2. Mano y brazo no dominante
3. Cara
4. Cuello y garganta
5. Tórax, hombros, espalda y abdomen
6. Pie y piernas dominante
7. Pie y piernas no dominante

Grupos musculares correspondientes al entrenamiento avanzado propuesto por Bernstein y Borkovec (1973)

1. Mano y brazos
2. Cara y cuello
3. Tórax, hombros, espalda y abdomen
4. Pie y piernas

